Diseño de una metodología para la operación de un sistema satelital compuesto por dos antenas ubicadas en Miami, controladas de forma remota desde Bogotá para Caracol Televisión.

LUZ VIVIANA GRANADA ROJAS

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS Y EDUCACIÓN CONTINUADA
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ D.C
2018

Diseño de una metodología para la operación de un sistema satelital compuesto por dos antenas ubicadas en Miami, controladas de forma remota desde Bogotá para Caracol Televisión.

LUZ VIVIANA GRANADA ROJAS

Tesis de grado para optar al título de Especialista en Telecomunicaciones

Asesor

Ing. ALVARO ESCOBAR ESCOBAR
Ingeniero de Sistemas

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS Y EDUCACIÓN CONTINUADA
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ D.C
2018

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Piloto de Colombia para optar al título de Especialista en Telecomunicaciones.

_____

Jurado

_____

Jurado

Bogotá DC. 06 marzo de 2018

"La Educación no cambia el mundo, cambia a las personas que van a cambiar el mundo". Paulo Freire.

Estudiar es sinónimo de libertad, es crecimiento personal, por eso el estudio es un gran regalo de la vida, un regalo de Dios. Cada oportunidad que tengamos para crecer profesionalmente hará de nosotros personas más útiles a la sociedad.

Ser ingeniero es un privilegio y al mismo tiempo una gran responsabilidad; privilegio porque en una sociedad desigual e injusta no es fácil cursar y ejercer una profesión. Una responsabilidad porque todo conocimiento nuevo adquirido debe ser empleado para el beneficio y mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.

A Gabriel Felipe Peña Granada para quien quiero ser un buen ejemplo como persona y como profesional.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	19
INTRODUCCIÓN	20
JUSTIFICACIÓN	22
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
OBJETIVOS	25
OBJETIVO GENERAL	25
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
1. MARCO TEÓRICO	26
1.1 EL SATÉLITE	26
1.1.1 Redes de satélites	28
1.2 ANTENAS	35
1.2.1 Sistema de antenas	36
1.2.2 Características de una antena satelital	36
1.2.3 Tipos básicos de antenas usadas en sistemas satelitales	40
1.2.4 Apuntamiento de una antena satelital	43
1.2.5 Antena de montaje polar fija y motorizada	45
1.3 RED PRIVADA VIRTUAL (VPN)	52
1.3.1 Características básicas de seguridad	52
1.3.2 Requisitos básicos	53

1.3.3 Componentes de una VPN 53

1.3.4 Tipos de VPN 54

1.3.5 Implementaciones 55

1.3.6 Ventajas de red VPN 56

1.3.7 Tipos de conexión 56

1.3.8 Tipos de protocolos VPN 57

1.4 ¿QUIEN ES CARACOL TELEVISIÓN? 61

2. SISTEMA DE TRANSMISIÓN 63

2.1 ENLACE DESCENDENTE 64

2.1.1 LNB (Low Noise Block) 64

2.1.2 Downconverter 65

2.1.3 Receiver/Decoder 65

2.2 ENLACE ASCENDENTE 66

2.2.1 Encoder 66

2.2.2 Modulador 67

2.2.3 Up-Converter 68

2.2.4 Amplificador de alta potencia (HPA) 69

3. PROPUESTA Y DESARROLLO DEL DISEÑO 70

3.1 COMPONENTES DEL DISEÑO 71

3.1.1 Componentes del enlace Satelital 71

3.1.2 Componentes del enlace de datos 72

3.1.3 Componentes adicionales del sistema de alimentación eléctrica 72

3.2 ENLACE SATELITAL 72

3.2.1 Enlace satelital descendente para Miami 73

3.2.1.1.2 Controlador Antena 78

3.2.2 Enlace satelital ascendente para Miami 86

3.3 ENLACE DE DATOS 94

3.3.1 Configuración de una red VPN 96

3.4 LIMITACIONES DEL DISEÑO 114

4. CONCLUSIONES 115

BIBLIOGRAFÍA 117

ANEXOS 119

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Modos de Transmisión satelital 26

Figura 2. Haces de radiación de los satélites:Global, hemisferio, regional y spot 27

Figura 3. Tipos de polarización satelital 27

Figura 4. Modelo de subida del satélite 33

Figura 5. Transponder del satélite 34

Figura 6. Modelo de bajada del satélite 35

Figura 7. Diagrama de radiación de una antena directiva 38

Figura 8. Antena parabólica de foco primario 41

Figura 9. Antena Parabólica OFFSET 41

Figura 10. Antena parabólica Cassegrain 42

Figura 11. Antena plana o matriz plana 43

Figura 12. Líneas de latitud y longitud 44

Figura 13. Ángulos de vista 45

Figura 14. Estación receptora de señales satelitales 46

Figura 15. Partes de una antena parabólica 47

Figura 16. Figura geométrica de una parábola 48

Figura 17. Gráfica de radiación incidentes en la parábola 49

Figura 18. Antena satélite de soporte polar 50

Figura 19. Componentes de un soporte polar con actuador 51

Figura 20. Componentes de una VPN 54

Figura 21. Esquema enlace ascendente y descendente 63

Figura 22. Imagen de un LNB 64

Figura 23. Imagen equipo Downconverter 65

Figura 24. Imagen de un receptor satelital 65

Figura 25. Imagen de un encoder satelital 66

Figura 26. Imagen de un modular satelital 68

Figura 27. Imagen de un Up-converter 68

Figura 28. Imagen de un Amplificador de alta potencia (HPA) 69

Figura 29. Diagrama general de Enlaces Miami - Bogotá 71

Figura 30. Diagrama enlace Satelital Miami – Bogotá 73

Figura 31. Diagrama del enlace satelital descendente para Miami 73

Figura 32. Huella satelital Galaxy 16 banda KU 74

Figura 33. Huella satelital Galaxy 25 KU 75

Figura 34. Huella satelital Galaxy 28 banda C 75

Figura 35. Huella satelital Galaxy 28 banda KU 76

Figura 36. Antena receptora Miami 77

Figura 37. Imagen frontal y posterior RC2000A 78

Figura 38. Interfaz de comunicación entre el controlador RC2000A y un PC 79

Figura 39. Conexión eléctrica y mecánica entre antena y controlador 79

Figura 40. Entorno web del controlador de la antena 80

Figura 41. Introducción datos ubicación del satélite 81

Figura 42. Introducción datos Azimut, elevación y Polarización 81

Figura 43. Imagen del receptor Upcom UC-IRD+ 82

Figura 44. Entorno web receptor satelital 83

Figura 45. Introducción parámetros recetor satelital 84

Figura 46. Selección de servicios presentes en el transponder 85

Figura 47. Diagrama enlace satelital ascendente para Miami 86

Figura 48. Huella satelital INTELSAT 21 banda C 87

Figura 49. Entorno web encoder y modulador satelital 88

Figura 50. Configuración paso 1. Adhesion de equipos software SNMPNS.exe 100

Figura 51. Configuración paso 2. Adhesión de equipos software SNMPNS.exe 100

Figura 52. Configuración paso 3. Descripción de las propiedades de cada equipo 90

Figura 53. Configuración paso 4. Descripción equipo modulador 90

Figura 54. Operador Encoder 103

Figura 55. Operación modulador paso 1 92

Figura 56. Operación modulador paso 2 92

Figura 57. Operación modulador paso 3 93

Figura 58. Antena Transmisora 94

Figura 59. Diagrama enlace de datos 95

Figura 60.Diagrama de conexión del enlace de datos y circuito de alimentación eléctrica 96

Figura 61. Consola CMD 97

Figura 62. Dirección IP del equipo en consola 97

Figura 63. Configuración VPN servidor paso 1 98

Figura 64. Configuración VPN servidor paso 2 99

Figura 65. Configuración VPN servidor paso 3 99

Figura 66. Configuración VPN servidor paso 4 100

Figura 67. Configuración VPN servidor paso 5 100

Figura 68. Configuración VPN servidor paso 6 101

Figura 69. Configuración VPN servidor paso 7 101

Figura 70. Configuración VPN servidor paso 8 102

Figura 71. Configuración VPN servidor paso 9 102

Figura 72. Configuración VPN paso 10 103

Figura 73. Configuración VPN servidor paso 11 103

Figura 74. Configuración VPN servidor paso 12 104

Figura 75. Consola CMD a manera demostrativa para lo que sería el caso del cliente 105

Figura 76. Configuración VPN cliente paso 1 105

Figura 77. Configuración VPN cliente paso 2 106

Figura 78. Configuración VPN cliente paso 3 106

Figura 79. Configuración VPN cliente paso 4 107

Figura 80. Configuración cliente VPN paso 5 107

Figura 81. Configuración cliente VPN paso 6 108

Figura 82.Configuración cliente VPN paso 7 109

Figura 83. Ampliación del circuito de alimentación eléctrico 110

Figura 84. Antena Receptora en Bogotá 111

Figura 85. Entorno Web decodificador Ericsson 8200, pestaña introducción parámetros satelitales 112

Figura 86. Entorno Web decodificador Ericsson 8200, pestaña confirmación de enganche de la señal recibida 113

Figura 87. Entorno Web decodificador Ericsson 8200, pestaña características específicas de la señal recibida 113

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A	119
Anexo B	119
Anexo C	119
Anexo D	119
Anexo E	120

GLOSARIO[1]

ANÁLOGO: señal que puede asumir un rango continuo de valores entre un valor mínimo y máximo; método de transmisión de información por cantidades continuamente variables, en oposición a la transmisión digital, que se caracteriza por "bits" de información discretos en los pasos numéricos.
ANCHO DE BANDA: intervalo de frecuencias que permite la transmisión de datos y de señales de audio y video a alta velocidad; medida de espectro de uso (frecuencia) o de la capacidad, la cantidad de información que se puede transmitir en un momento dado durante un cierto lapso de frecuencia.

ANTENA: dispositivo de transmisión y recepción de ondas de radio.

ATENUACIÓN: pérdida de potencia de las señales electromagnéticas entre los puntos de transmisión y recepción.

AUDIO: técnica relacionada con la reproducción, grabación y transmisión de sonido.
– Parte de la señal de televisión que corresponde al sonido.

AZIMUT: ángulo de rotación (horizontal) que una antena parabólica debe recorrer de un punto a un satélite específico en la órbita geoestacionaria; el rumbo de la brújula del satélite en el plano horizontal desde un punto en la superficie terrestre.

BITRATE: velocidad de una transmisión digital, medida en bits/segundo.

CBR: bit rate constante, por sus siglas en inglés Constant Bit Rate

CONFIDENCIALIDAD: capacidad del sistema para evitar que personas no Autorizadas puedan acceder a la información almacenada en él.[2]

DIGITALIZACIÓN: consiste en la transcripción de señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento (codificación, compresión,

[1] Definiciones extraídas en su mayoría de *Glossary terms. Satellite Newsgathering pág. 424*
[2] Organización internacional de Estandarización (ISO) ISO/IEC 27002

etcétera) y hacer la señal resultante (digital) más inmune al ruido y otras interferencias a las que son más sensibles las señales analógicas.

DISPONIBILIDAD: es el porcentaje de tiempo durante un año que un enlace de satélite se recibirá con éxito. No particularmente aplicable a los uplink de SNG.

DOWNLINK: estación terrestre para recibir comunicaciones satelitales.

DVB: digital video broadcasting, el proyecto europeo creado para estandarizar las normas de vídeo digital

EIRP: potencia radiada isotrópica efectiva. Define la potencia total del sistema en dBW; describe la intensidad de la señal que sale de la antena del satélite o de la antena del enlace ascendente, y se utiliza para determinar C / N y S / N.

FEC: por sus siglas en inglés, Forward Error Correction: Señal de corrección de datos agregada en el enlace ascendente para mejorar el encubrimiento de errores que ocurren en la emisión de la señal a través del satélite hacia el enlace descendente.

HUELLA SATELITAL: arreglo de estructuras satelitales para cubrir un área en particular; un mapa de la potencia de la señal de un transpondedor de satélite que muestra los contornos de la EIRP (Potencia Isotrópica Radiada Equivalente) de intensidad de señal igual mientras cubren la superficie de la tierra.

INTERFERENCIA: energía que interfiere con la recepción de las señales deseadas.

LNB: combinación de un amplificador de bajo ruido y convertidor reductor, integrado en un dispositivo conectado a la alimentación; que amplifica la señal que se ha debilitado debido a los cambios de frecuencia de satélite y se ha reducido de KU o C para la banda L, como se requiere en la entrada del receptor satelital.

MODULACIÓN: proceso de manipulación de la frecuencia o amplitud de una portadora en relación con una señal. La modulación es el proceso, o el resultado del proceso, de variar una característica de una onda portadora de acuerdo con una señal que transporta información. El propósito de la modulación es sobreponer señales en las ondas portadoras.

MPEG-2: estándar de compresión de datos para televisión digital, derivada del estándar MPEG-1 y definido para transmisión de televisión entrelazada. Proporciona mejoras en la calidad de la imagen, alta resolución y características adicionales como la escalabilidad.

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS: son aquellas ondas que no necesitan un medio material para propagarse. Incluyen, entre otras, la luz visible y las ondas de radio, televisión y telefonía.[3]

ÓRBITA GEOESTACIONARIA: describe una órbita geosíncrona espacial la cual es simétrica sobre el Ecuador de tal forma que un satélite parece permanecer inmóvil en relación con un punto sobre la superficie de la tierra.

ÓRBITA GEOSÍNCRONA: describe una órbita circular alrededor de la tierra, a una distancia media desde el centro de la tierra de alrededor de 42.000 kilómetros en el que la órbita del satélite tiene un periodo igual al periodo de rotación de la Tierra.

PANEL SOLAR: un panel solar es un dispositivo para aprovechar la energía solar. Conocido también como modulo solar, los cuales a partir de la energía solar generan electricidad en forma de corriente continua. [4]

PORTADORA: onda electromagnética continua que puede ser modulada por una señal de banda de base para transportar información; Frecuencia principal en la que se envía una señal de voz, datos o video

RADIACIÓN: la radiación electromagnética es un tipo de campo electromagnético variable, es decir, una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro.[5]

RADIODIFUSIÓN: radiodifusión es un término que designa el servicio de emisión de señales de radio y televisión para uso público generalizado o muy amplio. También se utiliza el término en inglés broadcasting (literalmente «difundir o esparcir

---

[3] http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Ondasbachillerato/ondasEM/ondasEleMag_indice.htm

[4] https://solar-energía.net/definiciones/panel-solar.html

[5] Fundamentos físicos de la teledetección. Leyes y principios básicos. Pág. 51

ampliamente») como sinónimo. La Unión de Telecomunicaciones, define precisamente las bandas de radiofrecuencia disponibles para estos servicios que se ubican dentro de los «servicios terrenales» (o terrestres) y éstos dentro del «sector de radiocomunicaciones».

REDES DE DATOS: se denomina red de datos a aquellas infraestructuras o redes de comunicación que se ha diseñado específicamente a la transmisión de información mediante el intercambio de datos.

SEGURIDAD: en la Seguridad de la Información el objetivo de la protección son los datos mismos y trata de evitar su pérdida y modificación no-autorizado. La protección debe garantizar en primer lugar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos, sin embargo, existen más requisitos como por ejemplo la autenticidad, entre otros.[6]

SEÑALES DE MICROONDAS: se denomina microondas a las ondas electromagnéticas; generalmente de entre 300 MHz y 300 GHz, que supone un período de oscilación de 3 ns (3×10^{-9} s) a 3 ps (3×10^{-12} s) y una longitud de onda en el rango de 1 m a 1 mm. Otras definiciones, por ejemplo las de los estándares IEC 60050 y IEEE 100, sitúan su rango de frecuencias entre 1 GHz y 300 GHz, es decir, longitudes de onda de entre 30 centímetros a 1 milímetro.

SERVICIOS DE DATOS: los datos como servicio (DaaS) son un modelo de provisión y distribución de la información en la cual los archivos de datos (incluyendo textos, imágenes, sonidos y videos) se ponen a disposición de los clientes a través de una red, normalmente internet.

SNG: por sus siglas en inglés “satellite newsgathering”, es el uso de las comunicaciones satelitales para la difusión de las noticias ya sea para televisión o radio.

SYMBOL RATE: utilizado en conexión con los datos transmitidos, donde un número definido de bits representa un "símbolo". Una unidad de información. Un símbolo por segundo se denomina "baud"

TELEPUERTO SATELITAL: un telepuerto es una estación terrestre de comunicaciones para la retransmisión de datos vía satélite, que cumple la función

[6] https://protejete.wordpress.com/gdr_principal/seguridad_informacion_proteccion/

de punto de conexión entre los satélites y las redes de comunicaciones terrestres, permitiendo la transmisión y recepción de señales de comunicación y solventando así la falta de redes de transmisión por cable en áreas remotas o aisladas.

TELEVISIÓN: la televisión es un sistema para la transmisión y recepción de imágenes en movimiento y sonido a distancia que emplea un mecanismo de difusión. La transmisión puede ser efectuada por medio de ondas de radio, por redes de cable, televisión o IPTV, los que existen en modalidades abierta y paga. El receptor de las señales es el televisor.

TRANSMISOR: equipo electrónico conformado por un oscilador, modulador y otros circuitos los cuales producen una señal electromagnética para ser radiada a la atmósfera a través de una antena.

TRANSPONDER: receptor de combinación, convertidor de frecuencia y el paquete de transmisor, físicamente a bordo del satélite.

TURNAROUND: acto de bajar una señal de satélite, alterarla y de forma instantánea inyectarla a un enlace ascendente; a menudo se utiliza para proporcionar una ruta de saltos múltiples en todo el mundo o para cambiar la señal de banda KU a la banda C.

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones. Se compromete a la administración global del espectro electromagnético. Fundada en 1865 como Unión Telegráfica Internacional, su nombre fue cambiado en 1934 por el actual.

UPCONVERTER: equipo de estación terrena que convierte la frecuencia IF a frecuencia RF; transforma la señal de IF del modulador a la frecuencia de transmisión deseada.

UPLINK: estación terrena usada para transmitir señales a un satélite; conexión en la transmisión estación tierra-satélite.

VBR: Variable Bit Rate; Video Bit Rate

VULNERABILIDAD: punto o aspecto del sistema o sus aplicaciones que es susceptible de ser atacado o de dañar la seguridad del mismo. Representan las debilidades o aspectos falibles o atacables en un sistema informático.

RESUMEN

Este proyecto tiene como finalidad diseñar una metodología para la operación de un sistema satelital compuesto por dos antenas ubicadas en Miami, pero controladas de forma remota desde Bogotá; y que de ser implementada se reducirían los tiempos de respuesta por parte del equipo de ingeniería de noticias en la adquisición de señales satelitales. Ofreciendo además una favorable relación costo/beneficio, ya que este diseño esta realizado con equipos existentes, evitando la inversión en nuevos dispositivos, además de esto, se tendría acceso a señales satelitales domésticas de Norte y Centro América sin la necesidad de equipo humano para su continua operación.

Esta investigación pretende dar una guía a quien desee profundizar en el área de las telecomunicaciones satelitales y en el tipo de soluciones de ingeniería a problemas que se pueden presentar en el ámbito laboral.

En este documento, se encontrará una amplia información sobre los satélites para fines académicos, el paso a paso de la solución propuesta a la problemática existente en Caracol Televisión y detalles técnicos de los equipos necesarios.
Se aclara que este diseño es abierto a ser implementado con dispositivos de cualquier marca siempre y cuando cumplan con los requerimientos técnicos. Las marcas y equipos utilizados en el diseño son propiedad de Caracol Televisión y se buscó aprovechar su disponibilidad para dar un uso adicional al que tuvieron inicialmente.

Satélite. Antenas. Remoto. Solución. Tempos de respuesta.

INTRODUCCIÓN

Los satélites artificiales y las sondas de exploración del espacio extraterrestre se pudieron construir al desarrollarse cohetes de gran potencia, que se emplearon como vehículos para su lanzamiento, dando origen a los sistemas de comunicación satelitales; más adelante surgieron las aplicaciones comerciales, para satisfacer la necesidad de establecer enlaces confiables de comunicación internacional de amplia cobertura, especialmente entre continentes; tanto para la comunicación telefónica como para la televisión.

La guerra de Vietnam fue el evento decisivo para que las cadenas de noticas de Estados Unidos vieran en la tecnología satelital una herramienta poderosa de recopilación de información, ya que proporcionaba un tiempo de transmisión muy reducido comparado con el requerido por las transmisiones vía microondas, que hasta ese momento era la tecnología empleada por los canales de noticias.

En la década de 1980, el número de enlaces satelitales aumentó de forma considerable, esto, con el fin de cubrir los principales acontecimientos internacionales. Tales eventos incluyeron: El secuestro de rehenes en el mediterráneo en 1985, la cumbre Reagan-Gorbachov en 1986 en Islandia, el desastre aéreo en Lockerbie Escocia en 1988, La crisis de la plaza de Tiananmen en Beijín China en 1989, La caída del muro de Berlín en 1989 y la liberación de Nelson Mandela de la prisión en Sudáfrica en 1990.

Sin duda alguna, el evento que llevo a la tecnología satelital a primer plano en la recopilación de noticas y generar un impacto enorme en el público fue el conflicto en el Golfo Pérsico en 1990/1991. El canal de noticias CNN tomó el liderato entre los canales de noticas por su pronta cobertura de la guerra del golfo. CNN fue el primer canal en proporcionar cobertura en vivo y de manera continua la primera noche del ataque aliado en Bagdad el 17 de enero de 1991; aunque la cobertura fue solo de voz, pudo tener contacto con sus corresponsales durante el bombardeo. Actualmente, todos o casi todos los canales de noticias en el mundo emplean la tecnología satelital como recurso de contribución para su contenido, influyendo de manera específica no solo en términos de ratings de audiencia para la televisión, sino también en la influencia de los medios en la política y el acontecer diario de un país.

En el caso de Colombia, para el año 1968, Bogotá se une al resto del mundo a través de una estación rastreadora portátil que fue instalada en los predios de

Inravisión, para la transmisión del 39° Congreso Eucarístico Internacional, apareciendo las primeras imágenes originadas en Colombia para el mundo.

El 25 de marzo de 1970, se inaugura la estación terrestre propiedad de Telecom, en Chocontá (Cundinamarca), que sirve para incorporar la televisión colombiana a la red mundial de transmisión por satélite. Lugar de donde salieron las primeras señales de televisión Nacional.

Por un largo período de tiempo, la estación terrestre de Chocontá se encargó de adquirir las señales satelitales que luego se distribuirían entre los canales de noticas de la época. Esta operación se mantuvo por muchos años, aún, después de la creación de los canales privados en Colombia.

En años muy recientes, Caracol Televisión adquirió su propia infraestructura satelital, siendo hoy en día dueño de sus estaciones terrenas, disponiendo de acceso satelital para sus contribuciones las 24 horas del día y abriéndose a la posibilidad de utilizar esta tecnología para adquirir señales de canales aliados en Centro y Norte América sin necesidad de intermediarios.

JUSTIFICACIÓN

Caracol Televisión, es una compañía colombiana de servicios de televisión y entretenimiento, que tiene dentro de sus objetivos ser la compañía líder y estar claramente diferenciada de su competencia, brindando información oportuna e inmediata a sus televidentes.

En busca de este objetivo, Caracol Televisión ha realizado una alianza informativa con canales de televisión de Centro y Norte América, la cual incluye cobertura periodística y uso de recursos técnicos si es necesario. De esta manera se quiere prescindir del costo que acarrea el uso de la información que brindan las agencias internacionales, que además de ser costoso no permite dar la información de forma inmediata; situación que sucedió en el pasado con eventos tan importantes como el ataque del 11 de septiembre, la tragedia del Huracán Katrina, o eventos recientes que involucran ataques terroristas, desastres naturales y las elecciones presidenciales.

Para ello, actualmente Caracol Televisión cuenta con infraestructura física y tecnológica de un telepuerto satelital en la ciudad de Miami, además con personal técnico contratado de forma independiente, para realizar las transmisiones satelitales.

Como Caracol Televisión no cuenta con personal técnico del canal para esta operación, se han presentado serios inconvenientes relacionados con el tiempo en desplazamientos hasta el lugar y en lo referente a la disponibilidad del personal en horarios no laborales.

Para brindar una solución a esta problemática, se propone una metodología para la operación de un sistema de dos antenas satelitales (enlace descendente y ascendente), donde por medio de una red VPN se acceda a la gestión de los equipos a través del protocolo IP, que hacen parte de la cadena de transmisión; en primera instancia con la antena receptora ubicar el satélite donde se encuentra la señal de interés y cuyo satélite no tiene huella satelital en Colombia; acceder a esta señal por medio del decodificador satelital; luego esta señal será inyectada a la cadena de transmisión ascendente, específicamente al encoder satelital, quien después del debido tratamiento de la señal junto con los otros equipos requeridos para este tipo de enlace entregarían la señal a la antena transmisora que estará previamente apuntada al intelsat IS 21, satélite en el cual se encuentra el espacio satelital asignado a Caracol Televisión, cuya huella cubre el territorio colombiano.

La idea radica, en que toda la gestión de los equipos ubicados en Miami, se realice de forma remota por los ingenieros de Caracol Televisión ubicados en la ciudad de Bogotá; aprovechando que la infraestructura tecnológica y física ya existe, lo cual evita inversiones de dinero en la adquisición o alquiler de los mismos; esta solución permitirá que la señal adquirida sea entregada para contribución del noticiero o transmisión en vivo y de esta forma alcanzar el objetivo propuesto inicialmente de entregar información inmediata, oportuna y veraz a los televidentes, de sucesos ocurridos en esta región del mundo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿De qué manera puede Caracol Televisión adquirir señales satelitales presentes en Centro y Norte América, teniendo tiempos de respuesta en la adquisición adecuados para la inmediatez de la notica y manejando una relación costo/beneficio favorable?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño de una metodología, para la operación de un sistema satelital compuesto por dos antenas satelitales ubicadas en Miami, controladas de forma remota desde Bogotá para Caracol Televisión.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una investigación sobre los sistemas de comunicaciones satelitales, características básicas y tipo de antenas utilizadas en estos sistemas.

- Describir las características y funciones principales de una red privada virtual VPN.

- Documentar los componentes básicos que conforman un sistema de transmisión satelital.

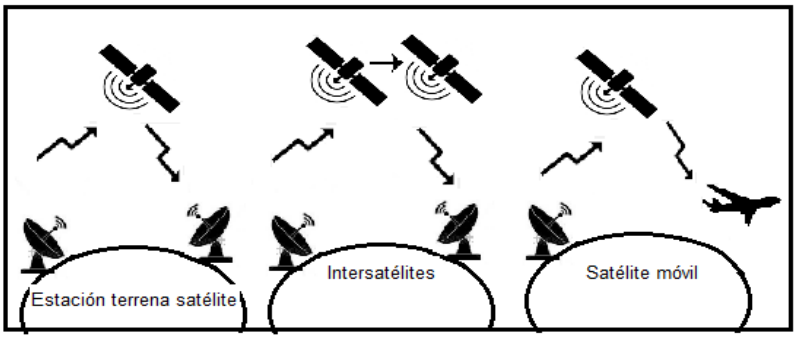
- Proponer y desarrollar un diseño metodológico para la configuración e implementación de una VPN y la gestión remota de la cadena de trasmisión, basándose en las características de las señales requeridas por Caracol Televisión y su posterior adquisición en la ciudad de Bogotá.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 EL SATÉLITE

El satélite se comporta como un repetidor cuya función es recibir, amplificar y trasladar en frecuencia señales, para enviarlas en dirección a las estaciones de destino. Estos sistemas permiten establecer caminos simultáneos entre estaciones terrenas o móviles a través de uno o dos satélites como se muestra en la figura 1, transmisión satelital entre estaciones terrenas, transmisión satelital con salto entre satélites o turnaround y transmisión satelital entre una estación terrena y una estación móvil.

Figura 1. Modos de Transmisión satelital.



Fuente: Modificada de BAVA, J.A. SANZ, A.J Microondas y Recepción satelital. p169.

Una característica importante en los satélites es que deben iluminar, con la mayor eficiencia posible, los sectores de la tierra de interés.

Es por eso que sus antenas tienen cuatro tipos de haces de radiación según su uso. Como se muestra en la figura 2.

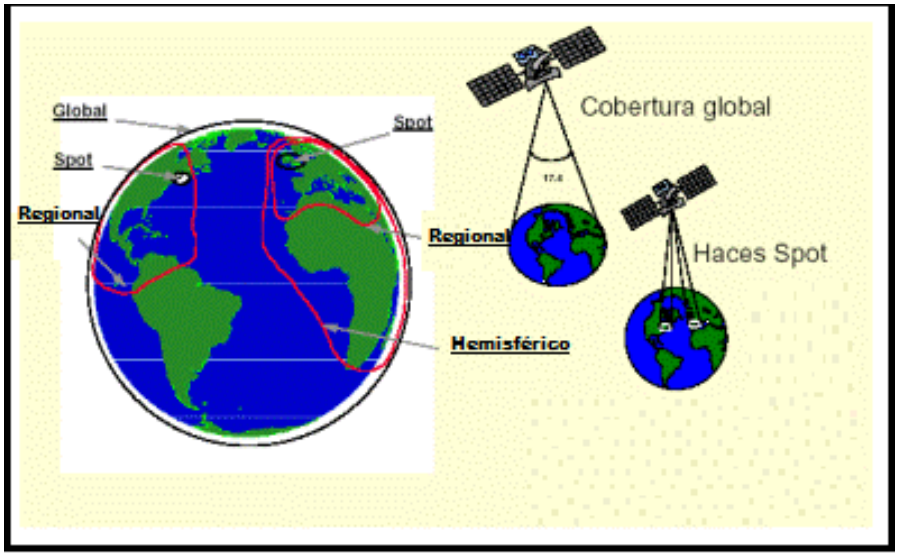
- Haz global: El haz global permite al satélite iluminar una tercera parte del globo terráqueo, lo que significa que con tres satélites queda comunicada toda la tierra.

- Haz hemisférico: El haz hemisférico concentra su potencia sobre una amplia región, por ejemplo, todo un continente.

- Haz regional: El haz regional concentra su potencial en una región determinada, por ejemplo, Sur América

- Haz spot: El haz Spot concentra su potencia en pequeñas zonas, por ejemplo, un país.

Figura 2. Haces de radiación de los satélites: Global, hemisferio, regional y spot.



Fuente: http://sistemaxavierd9-2.blogspot.com.co/

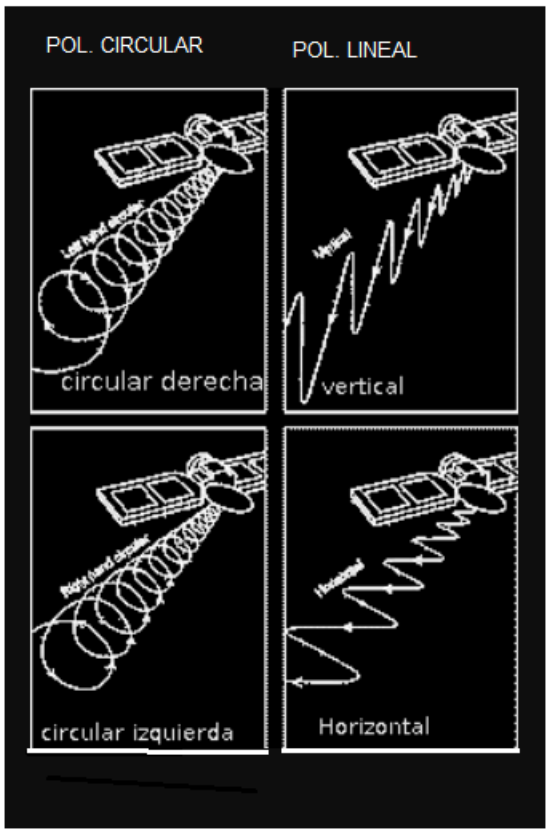
Los satélites de comunicaciones utilizan en general los siguientes tipos de polarización para la recepción/transmisión de las ondas electromagnéticas.

- Circular: izquierda/derecha. En forma de espiral o remolino siguiendo las manecillas del reloj hacia la derecha y viceversa.

- Lineal: Vertical/horizontal. Tanto horizontal como vertical en forma de diente de sierra

Como se muestra en la figura 3, las ondas electromagnéticas cambian de acuerdo al tipo de polarización.

Figura 3. Tipos de polarización satelital



Fuente: http://zatinforme.blogspot.com.co/2007/07/la-polarizacin.html

Al analizar los satélites comerciales existentes en función del tipo de haz utilizado, polarización y frecuencia, se puede establecer una clara separación entre los de uso internacional y aquellos que brindan un servicio exclusivamente doméstico.

1.1.1 Redes de satélites. Una red de telecomunicaciones tiene como propósito transmitir y recibir señales con características específicas dentro de un conjunto determinado de estaciones, que se encuentran distantes entre sí.

Los satélites de comunicación para servicios múltiples cuentan con la flexibilidad suficiente para permitir la operación de redes con características muy diversas. Por medio de los sistemas de satélites se pueden establecer servicios públicos completos hasta el usuario final, como es el caso de los de televisión directa a los hogares; servicios públicos apoyados parcialmente en redes terrenales de otros servicios, como el servicio móvil para flotillas de transportes terrestres; servicios privados totalmente independientes de otros servicios de telecomunicación, como

en el caso de redes privadas de voz y datos; y servicios de apoyo a otros, proporcionados principalmente por medio de redes terrenales, como es el caso de la distribución de señales para televisión por cable y los enlaces de baja capacidad para telefonía pública en el medio rural.

La red más pequeña puede contar con solo tres estaciones terrenas, y la más grande con millones de ellas. Sin embargo, una red pequeña puede ocupar más capacidad de un satélite que una red mucho mayor en número de estaciones, debido al tipo de señales que utilice, y a la magnitud y tipo de tráfico que maneje.

Una red privada permite, por ejemplo, que una empresa esté enlazada para tráfico de datos entre su oficina matriz en una ciudad y sus sucursales en otras ciudades, o con oficinas de campo temporales por medio de un satélite de cobertura nacional.

Cuando las organizaciones no están en condiciones o no desean adquirir las estaciones terrenas para establecer la red propia, puede recurrir a los servicios de otra organización que se dedique a proveerlos de forma pública, siendo esto lo que se conoce como estación maestra compartida (entre diversos usuarios), entrando a formar parte de un telepuerto, a la que diversos usuarios tienen acceso por medio de líneas físicas (metálicas), fibras ópticas o enlaces de radio de corto alcance.
Las estaciones corresponsales denominadas remotas pueden también ser proporcionadas en arrendamiento por el propietario de la estación maestra a los usuarios que, a pesar de compartirla, operan redes independientes sin comunicación entre sí.

Cada red es diseñada para las necesidades individuales de cada usuario que contrata la capacidad de un sistema satelital, ya sea este para señales de video, audio, datos, o para una combinación de los mismos; teniendo en cuenta la conectividad requerida, las variaciones de tráfico, disponibilidad necesaria del enlace, entre otros requisitos.

La disponibilidad, que representa la fracción del tiempo durante la cual se obtiene servicio dentro de las especificaciones requeridas, es alta a través de satélites, debido a la alta seguridad de su operación, obligada por la casi imposibilidad de su reparación. Los satélites se construyen con componentes de gran resistencia a las condiciones ambientales del espacio, de larga vida y bajo un control de calidad muy estricto. Su diseño y construcción deben estar sujetos a una supervisión múltiple muy cuidadosa, y por la experiencia histórica en la operación de estos sistemas se espera de ellos un desempeño casi perfecto durante su vida útil proyectada.
La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) ha estandarizado a través de recomendaciones los conceptos de calidad básicos para este tipo de redes de telecomunicaciones.[7]

[7] Recomendación UIT-R sng.1421*parámetros de funcionamiento común para la interoperabilidad en la transmisión del periodismo electrónico por satélite por televisión digital

1.1.1.1 Características de las redes satelitales. Las características son las siguientes:

- Las transmisiones son realizadas a altas velocidades en Giga Hertz.
- Son muy costosas, por lo que su uso se ve limitado a grandes empresas y países
- Rompen las distancias y el tiempo.

1.1.1.2 Servicios de una red satelital. Dentro de las características más sobresalientes de las redes satelitales están la capacidad de poder ser usadas en diversos servicios. Inicialmente fueron dispuestas para la telefonía internacional, más adelante se diversificó la prestación de servicios fijos como los datos y la distribución de señales de televisión doméstica, posteriormente se brindaron servicios móviles para aplicaciones marítimas. Actualmente se brindan nuevos servicios a través de las redes satelitales, siendo los servicios de video una de las aplicaciones que mayor crecimiento han tenido en los últimos años, abarcando actividades de entretenimiento e información, negocios, educación, etc. Por ejemplo:

- Servicios de video
- Radiodifusión
- Televisión por cable
- Televisión directa
- Televisión de alta definición
- Educación a distancia
- Televisión para negocios
- Aplicaciones para la medicina
- Servicios a frecuencias audibles
- Telefonía pública internacional

- Telefonía Nacional
- Redes de voz privadas
- Radiodifusión Sonora
- Servicios de datos
- Redes privadas de datos
- Redes públicas de datos
- Distribución de datos
- Aplicaciones mixtas

Muchos usuarios requieren de servicios por satélite que abarquen más que solo señales de vídeo, audibles o de datos, por lo que emplean redes que pueden manejarlas simultáneamente en distintas formas de conectividad, empleando en forma compartida las mismas estaciones terrenas. Dicha necesidad o conveniencia se está generalizando, tanto en servicios privados como en servicios públicos, y tanto en servicios por satélite como terrestres. De hecho, los sistemas públicos de telecomunicación hasta el usuario final sean o no por satélite, tienen actualmente la tendencia a proporcionar servicios con aplicaciones múltiples que pueden combinar diversas señales digitales.

Los nuevos sistemas de televisión directa basados en la norma MPEG-2 permiten también la transmisión simultánea de varios canales de música y de datos de punto a multipunto, por lo que la estación transmisora de una red para dicho servicio puede usarse en forma compartida para transmitir los tres tipos de señales a los mismos o a distintos grupos de usuarios, aunque limitado a la configuración de punto a multipunto.

La tendencia actual a la digitalización de todas las señales, para su manejo en forma de paquetes de información, ha propiciado la búsqueda de tecnologías que permitan no solo compartir las estaciones terminales para la comunicación en distintas redes, aún de una misma organización, sino de que las diversas aplicaciones compartan la misma capacidad satelital, aumentando en mayor medida la eficiencia de la operación. Parte de las tecnologías utilizadas para compartir la capacidad de un canal son las que permiten que en el instante en que una aplicación requiere transmitir una mayor cantidad de información digitalizada, utilice la capacidad que en ese mismo instante no estén usando otras aplicaciones del mismo servicio.

Dichas tecnologías, entre otras, son las que están haciendo más atractivas las redes para servicios con tráfico y ancho de banda por demanda, disponibles incluso para servicios destinados al público en general.

1.1.1.3 Elementos de las redes satelitales. Los elementos de las redes satelitales se mencionan a continuación:

- Transponders. Es un dispositivo que realiza la función de recepción y transmisión. Las señales recibidas son amplificadas antes de ser retransmitidas a la tierra. Para evitar interferencia entre las señales este dispositivo también les cambia la frecuencia.

- Estaciones terrenas. Las estaciones terrenas, controlan la recepción con el satélite y desde el satélite, regulan la interconexión entre terminales, administra los canales de salida, codifica los datos y controla la velocidad de transferencia.

La Estación terrena consta de 3 componentes:

- Estación receptora: Recibe toda la información generada en la estación transmisora y retransmitida por el satélite.

- Antena: Debe captar la radiación del satélite y concentrarla en un foco donde está ubicado el alimentador. Una antena de calidad debe ignorar las interferencias y los ruidos en la mayor medida posible.

- Estación emisora: Está compuesta por el transmisor y la antena de emisión. La potencia emitida es alta para que la señal del satélite sea buena. Esta señal debe ser captada por la antena receptora. Para cubrir el trayecto ascendente envía la información al satélite con la modulación y portadora adecuada.

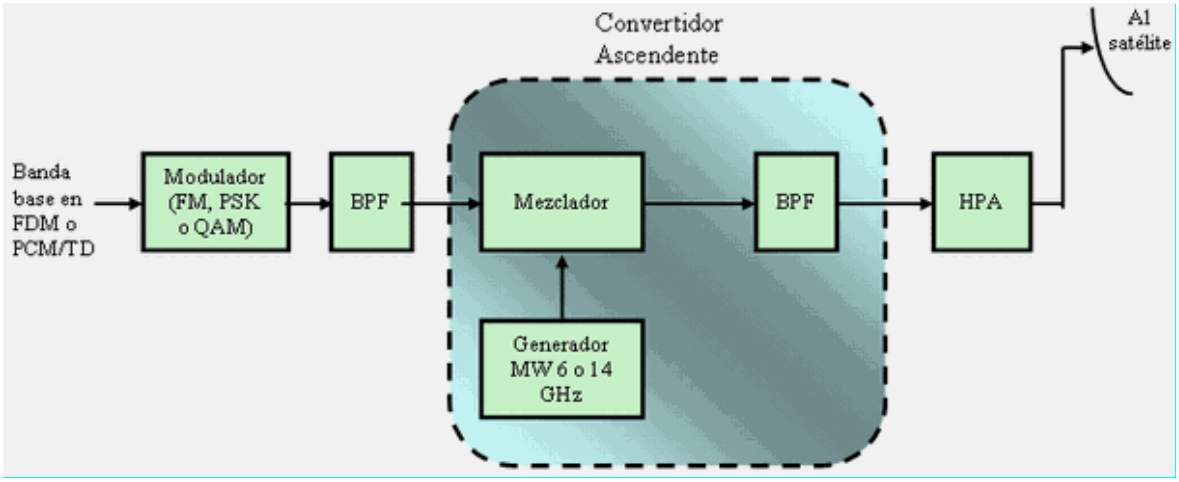
Como medio de transmisión físico se utilizan medios no guiados, principalmente el aire. Se utilizan señales de microondas para la transmisión por satélite, estas son unidireccionales, sensibles a la atenuación producida por la lluvia, pueden ser de baja o de alta frecuencia y se ubican en el orden de los 100 MHz hasta los 10 GHz.

1.1.1.4 Modelos de enlace de un sistema satelital. Un sistema satelital está constituido de tres secciones básicamente: una subida, un transponder satelital y una bajada.

- **Modelo de subida**. En la sección de subida, el principal componente 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 espectro de salida (un filtro pasa-banda de salida). El modelo básico de subida se muestra en la figura 4.

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-banda) 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.

Figura 4. Modelo de subida del satélite.



Fuente: ANGULO, Jenny; HERNANDEZ, Jorge y MORENO, Deibis. Redes Satelitales. Universidad Alejandro Humboldt. Caracas. Venezuela. Abril 18 2005.

- **Transponder**. Un transponder satelital, consta de un dispositivo para limitar la banda de entrada (BPF), un amplificador de bajo ruido de entrada (LNA), un translador de frecuencia, un amplificador de potencia de bajo nivel y un filtro pasa-bandas de salida. Como se muestra en la figura 5.

El transponder, es un repetidor de RF a RF. Otras configuraciones de transponder son los repetidores de IF, y de banda base, semejantes a los utilizados en los repetidores de microondas.

El BPF de entrada limita el ruido total aplicado a la entrada del LNA (un dispositivo normalmente utilizado como LNA, es un diodo túnel).

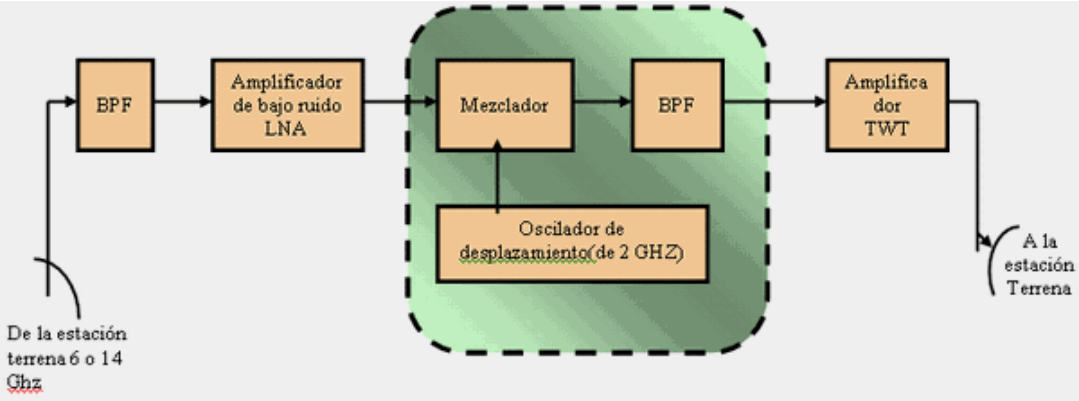
La salida del LNA alimenta un translador de frecuencia (un oscilador de desplazamiento y un BPF), que se encarga de convertir la frecuencia de subida de banda alta a una frecuencia de bajada de banda baja.

El amplificador de potencia de bajo nivel, que es comúnmente un tubo de ondas progresivas (TWT), amplifica la señal de RF para su posterior transmisión por medio de la bajada a los receptores de la estación terrena.

También pueden utilizarse amplificadores de estado sólido (SSP), los cuales en la actualidad, permiten obtener un mejor nivel de linealidad que los TWT.

La potencia que pueden generar los SSP, tiene un máximo de alrededor de los 50 Watts, mientras que los TWT pueden alcanzar potencias del orden de los 200 Watts.

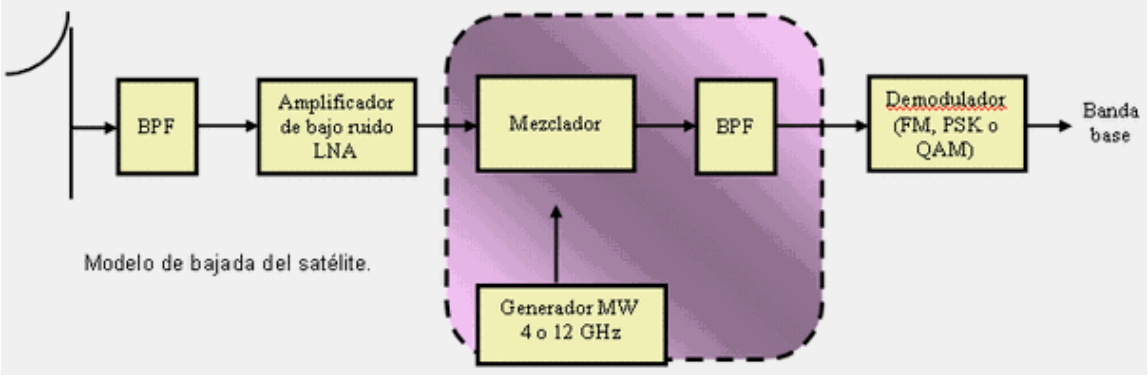
Figura 5. Transponder del satélite



Fuente: ANGULO, Jenny; HERNANDEZ, Jorge y MORENO, Deibis. Redes Satelitales. Universidad Alejandro Humboldt. Caracas. Venezuela. Abril 18 2005

- **Modelo de bajada**. Un receptor de estación terrena, como se muestra en la figura 6, incluye un BPF de entrada, un LNA y un convertidor de RF a IF. El BPF limita la potencia del ruido de entrada al LNA. El LNA es un dispositivo altamente sensible, con poco ruido, tal como un amplificador de diodo túnel o un amplificador paramétrico. El convertidor de RF a IF es una combinación de filtro mezclador/pasa-bandas que convierte la señal de RF a una frecuencia de IF.

Figura 6. Modelo de bajada del satélite



Fuente: ANGULO, Jenny; HERNANDEZ, Jorge y MORENO, Deibis. Redes Satelitales. Universidad Alejandro Humboldt. Caracas. Venezuela. Abril 18 2005

1.2 ANTENAS

Una antena, es un dispositivo metálico capaz de radiar y recibir ondas electromagnéticas del espacio. En los circuitos transmisores y receptores de radio, se producen corrientes y tensiones eléctricas de altas frecuencias y asociadas a ellas se encuentran las ondas electromagnéticas. Para viajar por el espacio esas señales eléctricas deben acoplarse primero al mismo. Esta es la función de la antena: adaptar campos electromagnéticos entre distintos medios de conducción. Se concibe por ella una antena, como un dispositivo encargado de convertir ondas electromagnéticas "conducidas" por una línea de transmisión o guía de onda, en ondas que pueden propagarse libremente en el espacio.

Una antena es entonces una interface entre el espacio libre y la línea de transmisión. Existe una gran diversidad de tipos de antenas. En unos casos deben expandir en lo posible la potencia radiada, es decir, no deben ser directivas (ejemplo: una emisora de radio comercial o una estación base de teléfonos móviles), otras veces deben serlo para canalizar la potencia en una dirección y no interferir a otros servicios (antenas entre estaciones de radioenlaces).

Una característica sobresaliente, es que dependen de la relación entre sus dimensiones y la longitud de onda de la señal de radiofrecuencia transmitida o recibida. Si las dimensiones de la antena son mucho más pequeñas que la longitud de onda las antenas se denominan elementales, si tienen dimensiones del orden de media longitud de onda se llaman resonantes, y si su tamaño es mucho mayor que las longitudes de onda son directivas.

1.2.1 Sistema de antenas. El subsistema de antenas es de gran importancia en el diseño de una estación terrena en capacidad y complejidad, esto debido a que no puede modificarse posteriormente y la sustitución sería muy costosa, En el caso de los receptores de bajo ruido y amplificadores de potencia, estos cuentan con redundancia o la sustitución es de menor cuantía, por lo tanto, no se perjudica la operación.

Los principales objetivos de diseño de las antenas dotadas con elementos para dirigir la potencia en forma de un haz estrecho, consisten en lograr suficiente ganancia de transmisión y recepción con las menores dimensiones posibles; bajo efecto de interferencia a otros sistemas en transmisión, y baja captación de interferencia en recepción; la menor captación posible de ruido térmico por radiación del suelo; emisión y recepción con gran pureza de polarización; mínima deformación del reflector por cambios de temperatura y por movimientos de orientación de la antena; resistencia al viento; y relativamente alta eficiencia, hasta donde es compatible con los demás objetivos.

1.2.2 Características de una antena satelital. Los principales parámetros de una antena son:

1.2.2.1 Diámetro del Reflector. El diámetro del reflector de una antena parabólica (tamaño del plato), depende de dónde se lo va a colocar y del nivel de señal del satélite que se desea captar (en realidad del nivel de la señal que llega a la antena). Cada satélite tiene una zona de cobertura o “huella” dentro de la cual es posible recibir sus señales. En el centro de la huella se recibe la máxima señal y a medida que nos alejamos del centro las señales se atenúan y, por lo tanto, la recepción es más complicada.

Cuanto mayor sea el diámetro del reflector, más energía tendrá la señal que le llegará y mayor será la energía concentrada en el foco. Es decir, cuanto mayor sea el diámetro del reflector, mayor energía se concentrará en el foco de la parabólica; lo que significa que, para el mismo nivel de señal emitida por un satélite, una antena parabólica de gran tamaño tendrá más ganancia que otra de menor tamaño situada en el mismo punto geográfico.

1.2.2.2 Rendimiento. El rendimiento de una antena parabólica está dado por la relación entre la cantidad de energía incidente en el reflector y la concentrada en el foco. El rendimiento está determinado, fundamentalmente, por el alimentador (iluminador) y por las desviaciones mecánicas que pueda sufrir el reflector con relación a una parábola perfecta.

El rendimiento no es un parámetro que se calcule teóricamente, este parámetro es empleado en la práctica, es decir, en el momento del montaje ya que una mala ubicación del alimentador o la simple suciedad acumulada pueden ser considerados factores que influirán negativamente en el rendimiento de la antena. Para la práctica un rendimiento de 50% a 65% es considerado aceptable.

1.2.2.3 Relaciones D/f y f/D. Para lograr un rendimiento alto, es necesario que el perfil del reflector se acerque lo máximo posible a la parábola. Para que esto se cumpla debe existir una relación exacta entre el diámetro, el foco y la profundidad del reflector parabólico, pues estos tres parámetros están estrechamente relacionados entre sí. Cualquier variación en uno de ellos afecta a todos los demás. Conocido el diámetro D de la parábola, se puede calcular la distancia al foco f y la profundidad P.

1.2.2.4 Angulo de Radiación. El ángulo de radiación es el ángulo dentro del cual, la señal captada por la antena se mantiene entre el 50% y el 100% de potencia, o sea, el ángulo que puede desplazarse la antena con respecto a la dirección exacta hacia el satélite hasta que la señal sufre una atenuación de 3dB.

De aquí, la importancia de una buena orientación de la antena, ya que la más mínima desviación supone una considerable pérdida de señal. El ángulo de radiación disminuye con el aumento de la frecuencia y con el incremento del diámetro del reflector; es decir, que cuanto mayor sea el plato más directivo será la antena.

1.2.2.5 Ancho de Banda. El ancho de banda de una antena parabólica indica la banda de frecuencias para las que está diseñada la antena. Por ejemplo, una antena con un ancho de banda de 10,9GHz a 12,8GHz está diseñada para captar todas las frecuencias comprendidas entre los dos límites citados, lo que implica que tiene un ancho de banda de 1,9GHz a partir de 10,9GHz. Es un dato que, debe facilitar el fabricante del reflector parabólico.

1.2.2.6 Relación Señal/Ruido. Tanto el ruido del medio ambiente como el del espacio exterior, pueden ser captados por una antena parabólica. Los fenómenos naturales, tales como tormentas, lluvia, viento excesivo, etc., originan señales de ruido de la misma forma que lo hacen ciertos fenómenos artificiales, tales como lámparas fluorescentes.

No obstante, las principales fuentes de ruido son el ruido atmosférico, el ruido galáctico procedente de las estrellas y el suelo. Si el suelo origina ruido, al reflector le llegará tanto más ruido cuanto más “desnivelado” se encuentre el suelo.
En las antenas parabólicas también debe tenerse presente el ruido que la propia antena genera. Toda onda electromagnética que incida sobre la superficie del

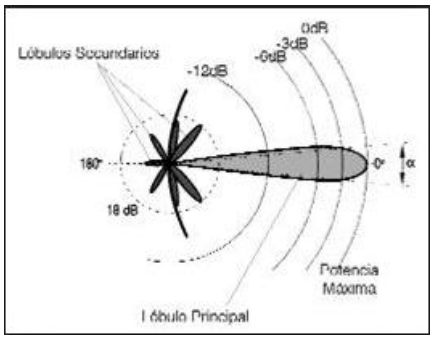
reflector es reflejada por éste, se puede decir, que se convierte en emisor de nuevas ondas. Estas ondas se mezclan con la señal principal, formado una señal de ruido. Para que la recepción sea buena, es preciso que la señal “reflejada” se sume a la “incidente” y también se debe poder separar a la señal del ruido lo que implica que la relación señal/ruido (S/N) sea lo más elevada posible.

1.2.2.7 Factor de Ruido. Se define el factor de ruido (F) de una antena, como la potencia mínima que debe tener la señal captada para que quede totalmente enmascarada por el ruido de la propia antena. En el caso de antenas parabólicas, para la recepción de emisiones de radio y televisión vía satélite, en las que las potencias que llegan son muy pequeñas, es muy importante alcanzar un factor de ruido muy pequeño.

1.2.2.8 Diagrama de radiación (Patrón de radiación). Es la representación gráfica de las características de radiación de una antena, en función de la dirección. Atendiendo al diagrama de radiación se puede hacer una clasificación general de los tipos de antena y podemos definir la directividad de la antena (antena isotrópica, antena directiva, antena bidireccional, antena omnidireccional). Una antena parabólica capta la máxima energía cuando está orientada en dirección hacia un satélite y dentro de un pequeño ángulo se mantiene el valor de la energía captada entre el 50 y el 100% de la máxima (Angulo de radiación). Se dice que una buena antena es aquella en la que el lóbulo principal tiene una ganancia superior a 20dB respecto a la de los lóbulos secundarios.

Como ejemplo, se muestra en la figura 7, un diagrama de radiación de una antena directiva.

Figura 7. Diagrama de radiación de una antena directiva



Fuente:
http://www.profesaulosuna.com/data/files/TELECOMUNICACIONES/SATELITAL/inanten.pdf

1.2.2.9 Ancho de haz. Es un parámetro de radiación, ligado al diagrama de radiación. Se puede definir el ancho de haz a -3dB, que es el intervalo angular en el que la densidad de potencia radiada es igual a la mitad de la potencia máxima (en la dirección principal de radiación). También se puede definir el ancho de haz entre ceros, que es el intervalo angular del haz principal del diagrama de radiación, entre los dos ceros adyacentes al máximo.

1.2.2.10 Directividad. La Directividad de una antena, se define como la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección, a una distancia, y la densidad de potencia que radiaría a la misma distancia una antena isotrópica, a igualdad de potencia total radiada.

1.2.2.11 Ganancia. La ganancia de una antena parabólica indica la cantidad de señal captada que se concentra en el alimentador. La ganancia depende del diámetro del plato, de la exactitud geométrica del reflector y de la frecuencia de operación. Si el diámetro aumenta, la ganancia también, porque se concentra mayor energía en el foco. La exactitud geométrica está relacionada con la precisión con la que se ha fabricado el reflector de la antena parabólica.

1.2.2.12 Eficiencia. Relación entre la potencia radiada y la potencia entregada a la antena.

1.2.2.13 Impedancia de entrada. Es la impedancia de la antena en sus terminales. Es la relación entre la tensión y la corriente de entrada. La impedancia es un número complejo. La parte real de la impedancia se denomina resistencia de Antena y la parte imaginaria es la reactancia. La resistencia de antena es la suma de la resistencia de radiación y la resistencia de pérdidas. Las antenas se denominan resonantes cuando se anula su reactancia de entrada.

1.2.2.14 Polarización. Las antenas crean campos electromagnéticos radiados. Se define la polarización electromagnética en una determinada dirección, como la figura geométrica que traza el extremo del vector campo eléctrico a una cierta distancia de la antena, al variar el tiempo. La polarización puede ser lineal, circular y elíptica.

1.2.2.15 Relación Delante/Atrás. Este parámetro se define como la relación existente entre la máxima potencia radiada en una dirección geométrica y la potencia radiada en la dirección opuesta a esta. Este parámetro es especialmente útil cuando la interferencia hacia atrás es crítica en la elección de la antena a utilizar.

Esta relación, se puede ver desde otro punto de vista, indicando lo buena que es la antena en el rechazo de las señales provenientes de la parte trasera. Rara vez es verdaderamente importante, ya que las interferencias por la parte trasera no ocurren habitualmente, pero puede suceder.

1.2.2.16 Resistencia de radiación. Cuando se le suministra potencia a una antena, parte de ella se irradia y otra parte, se convierte en calor disipándose. Cuando se habla de resistencia de radiación, se hace teniendo en cuenta que no se puede medir de forma directa.

Si se reemplaza la antena por la resistencia de radiación, disiparía la misma cantidad de potencia que la irradiada por la antena. La resistencia de radiación es igual a la relación de la potencia radiada por la antena dividida por el cuadrado de la corriente en su punto de alimentación.
Se podría obtener la eficiencia de una antena, dada que es la relación de la potencia radiada y la potencia disipada.

1.2.2.17 Antenas con reflector. Este tipo de antena tiene la característica fundamental de que las ondas que inciden en la superficie de la antena, dentro de un ángulo determinado, se reflejan e inciden en un punto denominado Foco (a excepción de la antena plana).

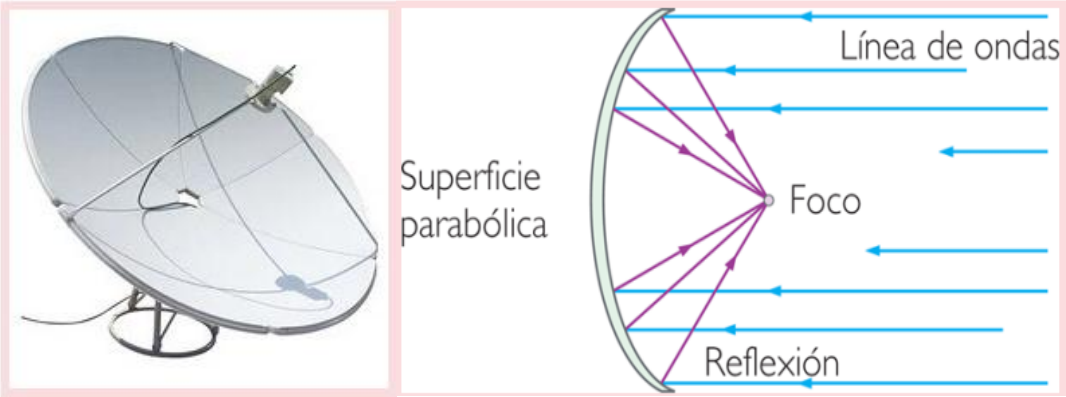
1.2.3 Tipos básicos de antenas usadas en sistemas satelitales.

- Foco primario
- Offset
- Cassegrain.
- Plana

1.2.3.1 Antena parabólica de foco primario. La superficie de la antena es un paraboloide de revolución. Todas las ondas inciden paralelamente al eje principal se reflejan y van a parar al Foco. El Foco está centrado en el paraboloide como se muestra en la figura 8.

Tiene un rendimiento máximo del 60% aproximadamente, es decir, de toda la energía que llega a la superficie de la antena, el 60% llega al foco y se aprovecha, el resto no llega al foco y se pierde. En el mercado se manejan tamaños grandes, aproximadamente de 1,5 metros de diámetro.

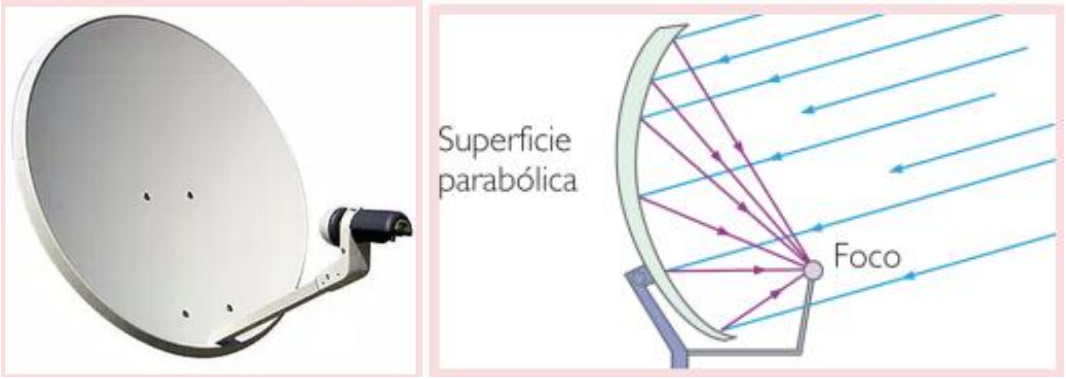
Figura 8. Antena parabólica de foco primario



Fuente:https://maam891.wordpress.com/category/antena-parabolica-de-foco-primario-y-offset-focalizada/

1.2.3.2 Antena parabólica OFFSET. Este tipo de antena se obtiene recortando de grandes antenas parabólicas de forma esférica. Como se muestra en la figura 9, tienen el foco desplazado hacia abajo, de tal forma que queda fuera de la superficie de la antena. Debido a esto, el rendimiento es algo mayor que en la de foco primario, y llega a ser de un 70% o algo más.

Figura 9. Antena Parabólica OFFSET

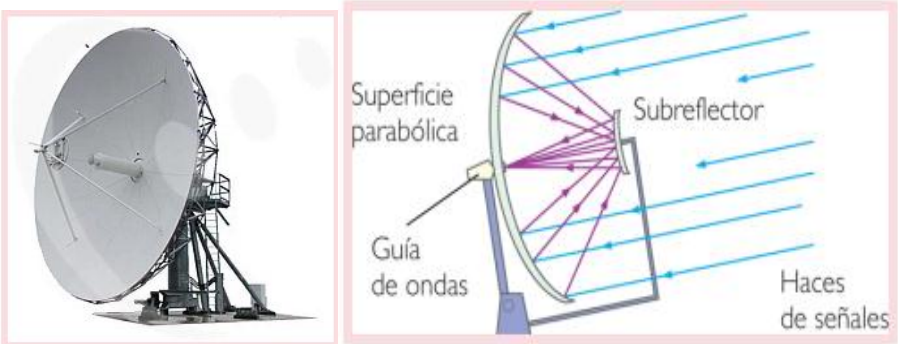


Fuente:https://maam891.wordpress.com/category/antena-parabolica-de-foco-primario-y-offset-focalizada/

1.2.3.3 Antena parabólica Cassegrain. Es similar a la de foco Primario, sólo que tiene dos reflectores; el mayor apunta al lugar de recepción, y las ondas al chocar, se reflejan y van al Foco donde está el reflector menor; al chocar las ondas, van al foco último, donde estará colocado el detector.

Se suelen utilizar en antenas muy grandes, donde es difícil llegar, al foco para el mantenimiento de la antena. Se muestra en la figura 10 una antena Cassegrain.

Figura 10. Antena parabólica Cassegrain



Fuente:https://maam891.wordpress.com/category/antena-parabolica-de-foco-primario-y-offset-focalizada/

1.2.3.4 Antenas planas. Este tipo de antenas, se están utilizando mucho actualmente para la recepción de los satélites de alta potencia (DBS), como el Hispasat. Es un diseño alternativo de antena llamado “matriz plana”. Como se muestra en la figura 11.

Este tipo de antena no requiere un apuntamiento al satélite tan preciso, aunque lógicamente hay que orientarlas hacia el satélite determinado. Es una antena que requiere de muy poco espacio ya que no lleva LNB externo, proporciona buena calidad de señal si está situada en la zona principal del área de huella de cobertura del satélite. Una característica importante es que debe usarse con satélites que aseguren una señal potente.

Figura 11. Antena plana o matriz plana

Fuente: http://www.satlex.it/es/technology.html

1.2.4 Apuntamiento de una antena satelital. Para el correcto apuntamiento de una antena satelital, es fundamental tener en cuenta los siguientes conceptos:

1.2.4.1 Latitud- Longitud. Para describir el paso de un satélite en órbita, se debe designar un punto de observación o un punto de referencia. Este punto podrá tratarse de un lugar distante, tal como una estrella, o un punto en la superficie de la tierra, o también el centro de la Tierra, que a su vez es el centro de gravedad del cuerpo principal.

En caso de tomar como lugar de observación un punto en la superficie de la Tierra, se debe estar en condiciones de localizar dicho punto mediante algún método.

Este método de localización es a través del meridiano. Estas líneas conforman un cuadriculado sobre la superficie de la Tierra. Las líneas verticales se denominan Longitud y las líneas horizontales se denominan Latitud.

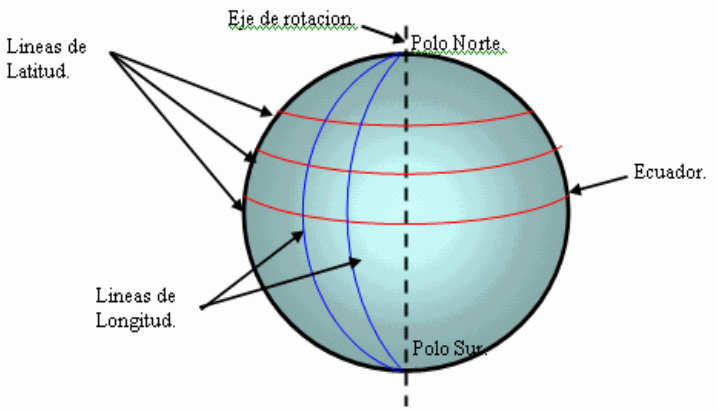
Las líneas de Longitud se extienden desde el Polo Norte al Polo Sur, es decir que son círculos iguales al contorno de la Tierra que se interceptan en los polos. Se ha definido por convención, como primer meridiano o Longitud cero grados, al meridiano que pasa por la ciudad de Greenwich, tomando el nombre de dicha ciudad.

En total son 360 líneas, lo que equivale a 18 círculos completos. De esta manera se componen los 360 grados de Longitud, partiendo desde la línea de Longitud 0° hacia el Este. Las líneas de Latitud están conformadas por 180 círculos paralelos y horizontales, siendo el círculo mayor el ubicado en la línea del Ecuador denominada Latitud cero grados. De esta forman existen 90° hacia el hemisferio Norte, denominados Latitud Positiva y 90° hacia el hemisferio Sur, denominados Latitud Negativa.

Por lo tanto, mediante la intersección de las coordenadas de Latitud y Longitud podremos localizar un punto que este sobre la superficie de la Tierra; se muestra en la figura 12 las líneas de latitud y longitud previamente mencionadas.

En cuanto a un satélite, este se encuentra en el espacio, y su posición puede ser estimada con una latitud, una longitud y una altura. Dicha altura estará referida a un punto sobre la Tierra que es la intersección de la recta que une al satélite con el centro de la Tierra y la superficie terrestre.

Figura 12. Líneas de latitud y longitud



Fuente: ANGULO, Jenny; HERNANDEZ, Jorge y MORENO, Deibis. Redes Satelitales. Universidad Alejandro Humboldt. Caracas. Venezuela. Abril 18 2005

1.2.4.2 Ángulos de Vista. Para orientar una antena desde una estación terrena hacia un satélite, es necesario conocer el ángulo de elevación y azimut. Estos se llaman ángulos de vista.

- **Angulo de elevación**. El ángulo de elevación es el ángulo formado entre la dirección de viaje de una onda radiada desde una antena de estación terrena y la horizontal, o el ángulo de la antena de la estación terrena entre el satélite y la horizontal. Entre más pequeño sea el ángulo de elevación, mayor será la distancia que una onda propagada debe pasar por la atmósfera de la Tierra. Como cualquier onda propagada a través de la atmósfera de la Tierra, sufre absorción y, también, puede contaminarse severamente por el ruido.

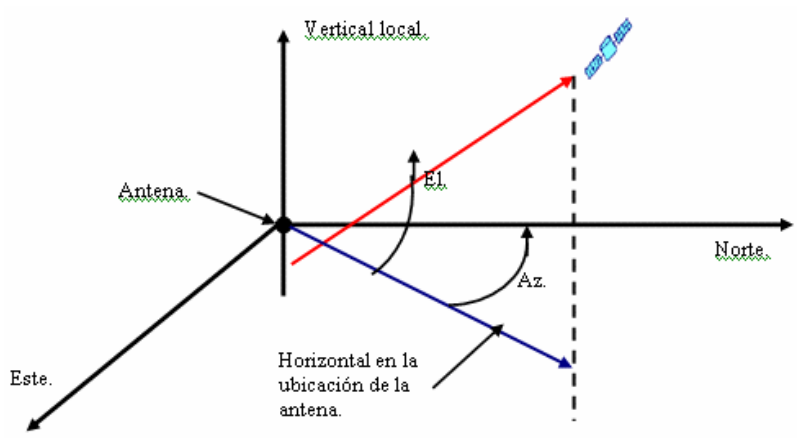
De esta forma, si el ángulo de elevación es demasiado pequeño y la distancia de la onda que está dentro de la atmósfera de la Tierra es demasiado larga, la onda puede deteriorarse hasta el grado que proporcione una transmisión inadecuada.

Generalmente, 5º (grados), es considerado como el mínimo ángulo de elevación aceptable.

• **Azimut**. Azimut se define como el ángulo de apuntamiento horizontal de una antena. Se toma como referencia el Norte como cero grados, y si continuamos girando en el sentido de las agujas del reloj, hacia el Este, llegaremos a los 90° de Azimut.

Hacia el Sur tendremos los 180° de Azimut, hacia el Oeste los 270° y por último llegaremos al punto inicial donde los 360° coinciden con el 0 ° del Norte.
El ángulo de elevación y el azimut dependen ambos, como se muestra en la figura 13, de la latitud de la estación terrena, así como el satélite en órbita.

Figura 13. Ángulos de vista.

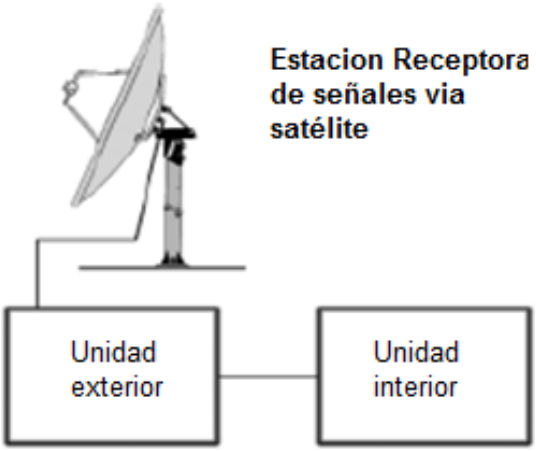


Fuente: ANGULO, Jenny; HERNANDEZ, Jorge y MORENO, Deibis. Redes Satelitales. Universidad Alejandro Humboldt. Caracas. Venezuela. Abril 18 2005.

1.2.5 Antena de montaje polar fija y motorizada. El receptor, como se muestra en la figura 14, es el último eslabón del enlace de la comunicación satelital. Consta, básicamente, de tres elementos:

- Antena parabólica
- Unidad externa
- Unidad interna

Figura 14. Estación receptora de señales satelitales



Fuente:
http://www.profesaulosuna.com/data/files/TELECOMUNICACIONES/SATELITAL/inanten.pdf

La antena parabólica, se encarga de captar las señales procedentes del satélite.

Estas señales llegan al reflector parabólico reflejándose y concentrándose en el denominado “foco” del plato de la unidad externa. La unidad externa convierte las señales de alta frecuencias captadas por la antena, del orden de 10,75GHz a 12,75GHz, en otra señal de frecuencia intermedia o FI. La conversión se debe realizar antes de que la señal circule por un coaxial, dado que no existen cables que permitan el traslado de señales cuya frecuencia sea superior a los 10GHZ, sin atenuación. Es decir, no es posible conectar, mediante cables coaxiales, la antena parabólica con la unidad interna sin grandes pérdidas de señal.

La unidad interna, figura 14, se encarga de preparar la señal para que pueda ser vista en un receptor. Existen dos configuraciones básicas de estaciones receptoras:

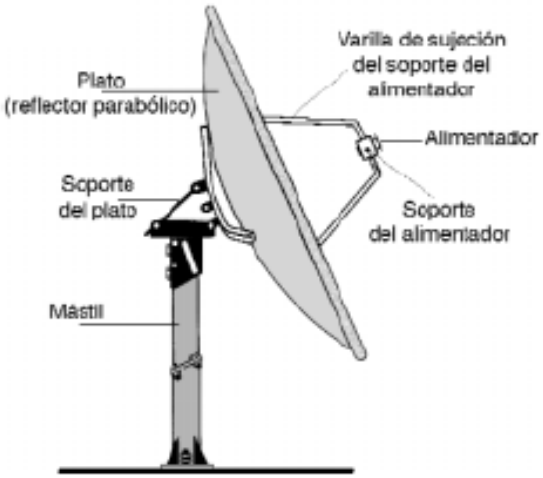
- Estación de 4GHz
- Estación de11GHz

El sistema de 4GHz se utiliza generalmente en el continente americano, mientras que el sistema de 11GHz suele emplearse en el continente europeo. En el sistema de 4GHz, el diámetro de la antena parabólica es mayor y la IF de salida del conversor es de 70MHz. El tamaño de la antena parabólica del sistema de 11GHz es más pequeño y la IF va de 1 a 2GHz.

1.2.5.1 La Antena Parabólica. Las partes que constituyen una antena parabólica se muestran en la figura 15 y son básicamente:

- Plato
- Soporte
- Mástil

Figura 15. Partes de una antena parabólica



Fuente:http://www.profesaulosuna.com/data/files/TELECOMUNICACIONES/SATELITAL/inanten.pdf

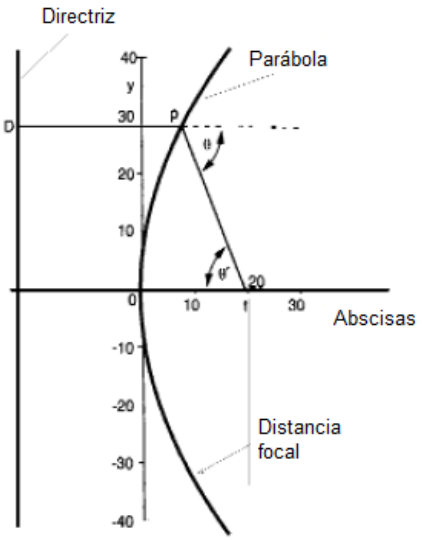
El plato o reflector, que se orienta hacia el satélite, desde el que se desea recibir la señal. El ajuste se realiza en el mástil que lo sostiene. El plato posee un sistema de varillas sobre las que se dispone el soporte de la unidad externa. Todo el conjunto se monta sobre una base rígida, denominado mástil o soporte triangular, que evita movimientos de la antena por la acción del viento.

La potencia de emisión de los satélites de comunicaciones es muy pequeña (del orden de 200W) y como estos equipos están situados a unos 36.000 km de distancia de la superficie de la Tierra, las señales que emiten llegan al reflector muy atenuadas. Esto hace que se deba captar la mayor energía posible y concentrarla en un punto, donde se dispone la antena propiamente dicha (foco de la antena).

Esto se consigue mediante un reflector parabólico. El perfil de un reflector para antena parabólica sigue la figura geométrica de una parábola, como se muestra en

la figura 16, ya que, en ella, cualquier punto P que está a igual distancia de un punto f (foco) situado en el eje x, que de un punto D situado en la perpendicular de una línea recta paralela al eje y (que se denomina directriz).

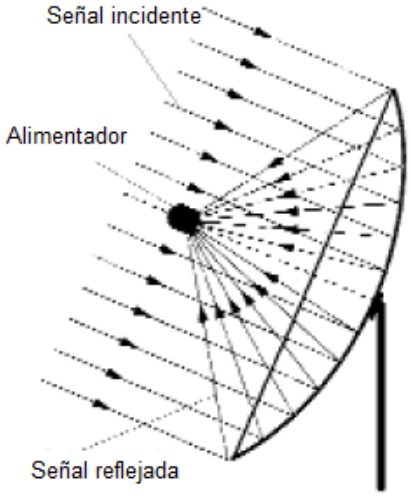
Figura 16. Figura geométrica de una parábola



Fuente:
http://www.profesaulosuna.com/data/files/TELECOMUNICACIONES/SATELITAL/inanten.pdf

En una parábola, toda línea paralela al eje x, que incida sobre un punto de ésta, se desvía hacia el foco f con un ángulo θ, que geométricamente se demuestra que es igual a θ'. De esto último se deduce que, si el eje x de la parábola se apunta hacia un punto del espacio, todas las radiaciones que procedan de ese punto y que sean paralelas al eje x, se desviarán hacia el foco f, concentrándose en éste, tal como se muestra en la figura 17.

Figura 17. Gráfica de radiación incidentes en la parábola



Fuente:
http://www.profesaulosuna.com/data/files/TELECOMUNICACIONES/SATELITAL/inanten.pdf

El foco puede estar situado en cualquier punto del eje x, dicha ubicación provocará que la curva parabólica adquiera una forma más abierta o más cerrada.

1.2.5.2 Fijación de una antena parabólica. Según la posición geográfica donde se vaya a instalar la antena, esta debe poseer los mecanismos adecuados para modificar su orientación tanto en azimut como en elevación. Estos mecanismos de orientación son los instrumentos que facilitan la labor de apuntamiento del reflector y la localización rápida de los satélites.

▪ **Soporte que fija el azimut y la elevación**. La orientación de la antena con un soporte de este tipo se realiza con dos movimientos (uno para el azimut y otro para la elevación). Es el mecanismo más simple, pero tiene el inconveniente de que debe efectuarse un doble ajuste cada vez que se desea orientar la antena hacia un nuevo satélite, lo cual limita su uso a antenas parabólicas fijas. La orientación correcta del azimut simplemente se obtiene instalando la base de la antena con la dirección adecuada y luego efectuando un ajuste fino mediante un sistema de tuerca-contratuerca de fijación del reflector al soporte.

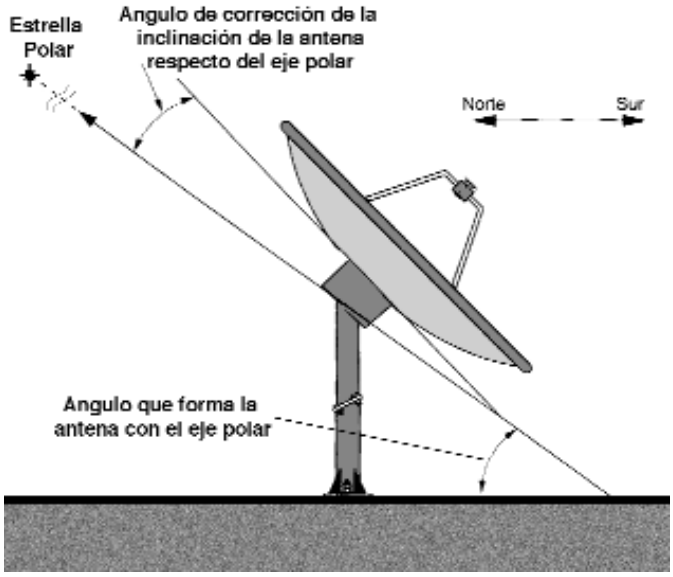
El ajuste de la elevación se consigue ajustando el tornillo dispuesto en una de las patas del trípode que soporta la antena. Ajustando dicho tornillo, la pata posterior se acorta o alarga y, con ello, la antena se eleva o desciende de su posición.

El ajuste del azimut se realiza haciendo girar el soporte sobre el mástil, hasta que ocupe la posición correcta y, para evitar que se mueva, se fija con tornillos. Los soportes de este tipo normalmente son más estables que los polares, por lo que son los más utilizados para sistemas receptores.

▪ **Soporte polar**. Este tipo de soporte permite la localización de todos los satélites geoestacionarios con un solo movimiento, por lo tanto, es ideal para las antenas orientables manualmente y para las accionadas con un motor. Como se muestra en la figura 18.

Con este montaje es posible mantener la antena orientada hacia un punto del espacio mediante un sistema de dos ejes en ángulo recto en el que gira sólo uno de los ejes. Este eje, llamado eje polar, es paralelo al eje de la Tierra y apunta hacia la estrella Polar.

Figura 18. Antena satélite de soporte polar



Fuente: http://www.profesaulosuna.com/data/files/TELECOMUNICACIONES/SATELITAL/inanten.pdf

El ángulo que forma el eje polar con la horizontal es igual a la latitud geográfica del lugar donde se monta la antena.

El mecanismo consiste en una serie de arandelas suplementarias y palancas ajustables para mantener los errores de seguimiento lo más reducidos posible y suelen ser estándar para la mayoría de las antenas.

▪ **Soporte Polar con Actuador**. La orientación de esta antena se efectúa mediante un actuador (1) que se acciona remotamente. También puede realizarse un apuntamiento manual de la antena si ésta es de pequeñas dimensiones, ya que en las de dimensiones grandes resulta prácticamente imposible debido al peso del reflector.

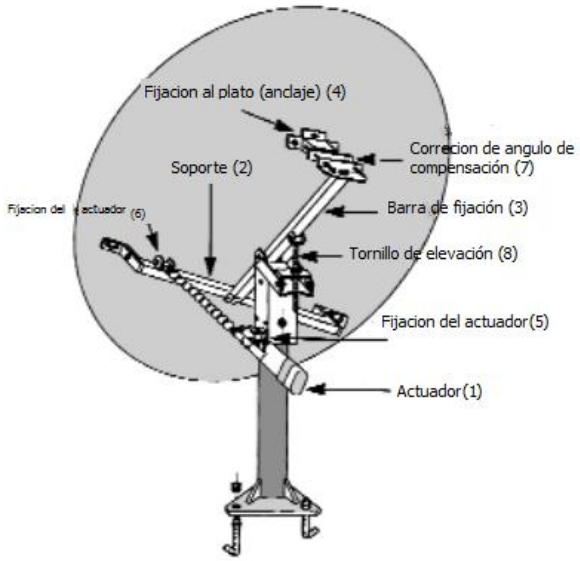
El actuador, también llamado tracker, consiste en un motor eléctrico que hace girar un tornillo sinfín que, a su vez, prolonga un brazo telescópico. Este actuador se fija, por un lado, al soporte del mástil mediante el anclaje (5) y por otra al soporte transversal (2) por medio de otro sistema de sujeción (6).

Al aumentar o disminuir la longitud del brazo telescópico del actuador, éste empuja o tira del soporte transversal (2) unido a la antena, obteniendo el giro del reflector de este a oeste, o viceversa.

El soporte transversal (2) está unido en su centro con una barra (3), que coincide con el eje de giro de la antena parabólica y que se fija en el otro extremo a la pieza (7,) con la que se ajusta el ángulo de compensación.

Esta pieza está unida a la parábola mediante la pieza (4). Por último, el tornillo (8) modifica la elevación de la parábola al girar el eje (3). Como se muestra en la figura 19.

Figura 19. Componentes de un soporte polar con actuador



Fuente: Modificada de http://www.profesaulosuna.com/data/files/TELECOMUNICACIONES/SATELITAL/inanten.pdf

Este tipo de mecanismos varían según el fabricante, pero en términos generales se buscan los mismos resultados.

1.3 RED PRIVADA VIRTUAL (VPN)

Una red privada virtual (RPV), en inglés: Virtual Private Network (VPN), es una tecnología de red de computadoras que permite una extensión segura de la red de área local(LAN) sobre una red pública o no controlada como Internet. Permite que la computadora en la red envíe y reciba datos sobre redes compartidas o públicas como si fuera una red privada con toda la funcionalidad, seguridad y políticas de gestión de una red privada. Esto se realiza estableciendo una conexión virtual punto a punto mediante el uso de conexiones dedicadas, cifrado o la combinación de ambos métodos.

Algunos ejemplos que se pueden citar son la posibilidad de conectar dos o más sucursales de una empresa utilizando como vínculo Internet, la posibilidad de brindar soporte técnico desde la casa a un usuario ubicado en la oficina, que una persona pueda acceder a su equipo de cómputo empresarial desde un sitio remoto, todo esto sobre la infraestructura de internet.

La conexión VPN a través de Internet es técnicamente una unión wide area network (WAN) entre los sitios, pero para el usuario tendrá la apariencia de un enlace privado, de allí que se conozca como “virtual Private Network” o en español “Red Privada Virtual”.

1.3.1 Características básicas de seguridad. Hay que garantizar sobre este tipo de tecnologías, los medios para una buena autenticación y así convertirlo en una solución posible y segura, por ejemplo:

- Autentificación y Autorización: ¿quién está del otro lado? Usuario/equipo y ¿qué nivel de acceso debe tener?

- Integridad: de que los datos enviados no han sido alterados. Para ello se utilizan funciones de Hash. Los algoritmos de hash más comunes son los Message Digest (MD2 yMD5) y el Secure Hash Algorithm (SHA).

- Confidencialidad/Privacidad: Se utilizan algoritmos de cifrado como Data Encryption Standard (DES), Triple DES (3DES) y Advanced Encryption Standard (AES), para que solamente pueda ser interpretado por el destinatario deseado.

- No repudio: Esto significa que un mensaje tiene que ir firmado y de esta manera evitar que se pueda negar el envío de un mensaje.

- Control de acceso: Se debe asegurar que los participantes autenticados tengan acceso solamente a los datos a los que están autorizados

- Auditoría y registro de actividades: Busca asegurar el correcto funcionamiento y la capacidad de recuperación.

- Calidad del servicio: se trata de asegurar un buen rendimiento, que no haya una degradación poco aceptable en la velocidad de transmisión.

1.3.2 Requisitos básicos. Los requisitos básicos son:

- Identificación de usuario: las VPN deben verificar la identidad de los usuarios y restringir su acceso a aquellos que no se encuentren autorizados.

- Cifrado de datos: los datos que se van a transmitir a través de la red pública (Internet), antes deben ser cifrados, para que así no puedan ser leídos si son interceptados. De esta tarea se encargan los algoritmos de cifrado anteriormente mencionados, donde la finalidad es que los mensajes puedan ser leídos solo por el emisor y el receptor.

- Administración de claves: las VPN deben actualizar las claves de cifrado para los usuarios, cada tiempo determinado por el administrador.

- Nuevo algoritmo de seguridad SEAL.

1.3.3 Componentes de una VPN. Los componentes básicos de una VPN son:

- Servidor VPN

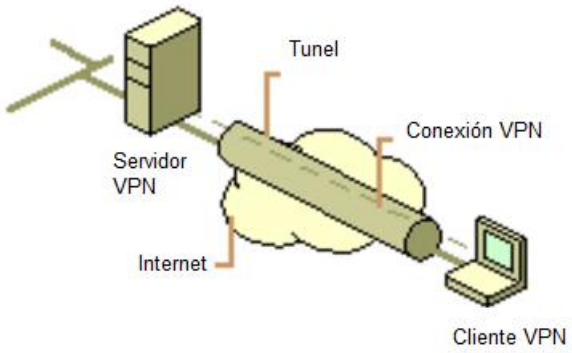
- Túnel

- Conexión VPN

- Red pública de transito
- Cliente VPN

Los componentes de una red VPN se muestran en la figura 20.

Figura 20. Componentes de una VPN



Fuente: http://karennz.blogspot.com.co/2012/05/componentes-de-una-vpn.html.

1.3.4 Tipos de VPN. Básicamente existen cuatro arquitecturas de conexión VPN:

1.3.4.1 VPN de acceso remoto. Es el modelo más usado actualmente, y consiste en usuarios o proveedores que se conectan con la empresa desde sitios remotos (oficinas comerciales, domicilios, hoteles, aviones preparados, etcétera), utilizando Internet como vínculo de acceso. Una vez autenticados tienen un nivel de acceso muy similar al que tienen en la red local de la empresa. Muchas empresas han reemplazado con esta tecnología su infraestructura dial-up (módems y líneas telefónicas).

1.3.4.2 VPN punto a punto. Este esquema se utiliza para conectar oficinas remotas con la sede central de la organización. El servidor VPN, que posee un vínculo permanente a Internet, acepta las conexiones vía internet, provenientes de los sitios y establece el túnel VPN. Los servidores de las sucursales se conectan a internet utilizando los servicios de su proveedor local de internet, típicamente mediante conexiones de banda ancha. Esto permite eliminar los costosos vínculos punto a puntos tradicionales (realizados comúnmente mediante conexiones de cable físicas entre los nodos), sobre todo en las comunicaciones internacionales.

1.3.4.3 Tunneling. La técnica de tunneling, consiste en encapsular un protocolo de red sobre otro (protocolo de red encapsulador), creando un túnel dentro de una red de computadoras. El establecimiento de dicho túnel se implementa incluyendo una PDU (unidades de datos de protocolo) determinada dentro de otra PDU con el objetivo de transmitirla desde un extremo al otro del túnel sin que sea necesaria una interpretación intermedia de la PDU encapsulada. De esta manera se encaminan los paquetes de datos sobre nodos intermedios que son incapaces de ver en claro el contenido de dichos paquetes. El túnel queda definido por los puntos extremos y el protocolo de comunicación empleado, como por ejemplo el SSH.

El uso de esta técnica se utiliza para diferentes escenarios, por ejemplo, la redirección de tráfico, la comunicación de islas en esquemas multicast, etc.

1.3.4.4 VPN over LAN. Este esquema es el menos difundido, pero uno de los más poderosos para utilizar dentro de la empresa. Es una variante del tipo "acceso remoto" pero, en vez de utilizar Internet como medio de conexión, emplea la misma red de área local (LAN) de la empresa. Sirve para aislar zonas y servicios de la red interna. Esta capacidad lo hace muy conveniente para mejorar las prestaciones de seguridad de las redes inalámbricas (WiFi).

Un ejemplo clásico es un servidor con información sensible, como las nóminas de sueldos, ubicado detrás de un equipo VPN, el cual provee autenticación adicional más el agregado del cifrado, haciendo posible que solamente el personal autorizado pueda acceder a la información.

1.3.5 Implementaciones. El protocolo estándar de facto es el IPSEC, pero también están PPTP, L2F, L2TP, SSL/TLS, SSH, etc. Cada uno con sus ventajas y desventajas en cuanto a seguridad, facilidad, mantenimiento y tipos de clientes soportados.
Actualmente hay una línea de productos en crecimiento relacionada con el protocolo SSL/TLS, que intenta hacer más amigable la configuración y operación de estas soluciones.

- Las soluciones de hardware casi siempre ofrecen mayor rendimiento y facilidad de configuración, aunque no tienen la flexibilidad de las versiones por software. Dentro de este rango se tiene a los productos de Fortinet, SonicWALL, WatchGuard, Nortel, Cisco, Linksys, Netscreen (Junip er Networks), Symantec, Nokia, U.S. Robotics, D-link, Mikrotik, etc.

- Las aplicaciones VPN por software son las más configurables, siendo ideales cuando surgen problemas de interoperatividad en los modelos anteriores. Obviamente el rendimiento es menor y la configuración más delicada, porque se

suma el sistema operativo y la seguridad del equipo en general. Se tiene por ejemplo a las soluciones nativas de Windows, GNU/Linux y los Unix en general.

Por ejemplo, productos de código abierto como OpenSSH, OpenVPN y FreeS/Wan.

En ambos casos se pueden utilizar soluciones de firewall («cortafuegos» o «barrera de fuego»), obteniendo un nivel de seguridad alto por la protección que brinda, en detrimento del rendimiento.

1.3.6 Ventajas de red VPN. Las ventajas de una red VPN son:

- Integridad, confidencialidad y seguridad de datos.
- Las VPN reducen los costos y son sencillas de usar.
- Facilita la comunicación entre dos usuarios en lugares distantes.
- Reducción de tiempos y mejoras en la productividad

1.3.7 Tipos de conexión. Existen cuatro tipos de conexiones para una VPN:

1.3.7.1 Conexión de acceso remoto. Una conexión de acceso remoto es realizada por un cliente o un usuario de una computadora que se conecta a una red privada, los paquetes enviados a través de la conexión VPN son originados al cliente de acceso remoto, y éste se autentifica al servidor de acceso remoto, y el servidor se autentifica ante el cliente.

1.3.7.2 Conexión VPN router a router. Una conexión VPN router a router es realizada por un router, y este a su vez se conecta a una red privada. En este tipo de conexión, los paquetes enviados desde cualquier router no se originan en los routers. El router que realiza la llamada se autentifica ante el router que responde y este a su vez se autentifica ante el router que realiza la llamada y también sirve para la intranet.

1.3.7.3 Conexión VPN firewall a firewall. Una conexión VPN firewall es realizada por uno de ellos, y éste a su vez se conecta a una red privada. En este tipo de conexión, los paquetes son enviados desde cualquier usuario en Internet. El firewall que realiza la llamada se autentifica ante el que responde y éste a su vez se autentifica ante el llamante.

1.3.7.4 VPN en entornos móviles. La VPN móvil se establece cuando el punto de terminación de la VPN no está fijo a una única dirección IP, sino que se mueve entre varias redes como pueden ser las redes de datos de operadores móviles o distintos puntos de acceso de una red WiFi.

Las VPN móviles se han utilizado en seguridad pública dando acceso a las fuerzas de orden público a aplicaciones críticas tales como, bases de datos con información que permite la identificación de criminales, mientras que la conexión se mueve entre distintas subredes de una red móvil. También se utilizan en la gestión de equipos técnicos y en organizaciones sanitarias entre otras industrias. Cada vez más, las VPN móviles están siendo adaptadas por profesionales que necesitan conexiones fiables. Se utilizan para moverse entre redes sin perder la sesión de aplicación o perder la sesión segura en la VPN. En una VPN tradicional no se pueden soportar tales situaciones porque se produce la desconexión de la aplicación, time outs o fallos, o incluso causar fallos en el dispositivo.

1.3.8 Tipos de protocolos VPN. Un protocolo VPN determina exactamente cómo se han de enrutar los datos entre el equipo cliente y el equipo servidor. Los protocolos tienen diferentes especificaciones, ofreciendo una variedad de beneficios de acuerdo a las necesidades del usuario, algunos dan prioridad a la velocidad de transferencia, mientras otros se centran en la seguridad y privacidad de la información.

***1.3.8.1* Protocolo OpenVPN.** OpenVPN es un protocolo VPN de código abierto, es catalogado en la actualidad como uno de los más importantes y seguros.

OpenVPN ha sido desarrollado como una solución de software VPN enfocada en el túnel de red, completamente equipado el cual integra capacidades de servidor OpenVPN, capacidades de administración empresarial, paquetes de software de OpenVPN Connect UI y OpenVPN Client simplificados, los cuales pueden ser usados en entornos Windows, MAC, Linux, Android e iOS.

Con OpenVPN se tiene una amplia gama de configuraciones, incluidas el acceso remoto seguro y granular a la red interna y a los recursos y aplicaciones de la red.

OpenVPN permite a los usuarios proteger sus datos mediante el cifrado de clave AES-256 bits (entre otros), esencialmente irrompible, con autenticación RSA de 2048 bits y algoritmo hash SHA1 de 160 bits.

▪ **Características de OpenVPN**. Dentro de sus principales características encontramos:

- Es un protocolo multiplataforma.
- Cuenta con el modo multi-cliente.
- Es portable.
- Cuenta con el modo multi-acceso.
- Posee control de acceso el cual permite o deniega a usuarios o grupos el acceso granular a la red.
- Implementación dinámica de aplicaciones mediante la cual será posible el despliegue y ejecución dinámica cualquier aplicación.
- Soporta diversos métodos de autenticación dentro de los cuales tenemos PAM, LDAP, RADIUS, y Local DB.
- Altos niveles de escalabilidad la cual permite tener de 1000 a 100.000 VPN concurrentes por sesiones y conexiones.
- Alta disponibilidad.
- Permite generar diversos reportes de estadística.
- Es flexible con la configuración DMZ.
- Dispone de múltiples niveles de seguridad.

1.3.8.2 Protocolo L2TP/IPSec. El Protocolo de Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP) es un protocolo de túnel usado para soportar la red virtual privada, VPN, o como parte de un servicio de entrega por ISPs. No provee ningún servicio de encriptación o confidencialidad en si razón por la cual los servicios que hacen uso de L2TP incluyen con frecuencia protocolos de seguridad IPSec.

- **Características de L2TP/IPSec**

- Es conocido comercialmente como el sucesor del PPTP, el cual fue desarrollado por Microsoft y L2F, desarrollado por Cisco.

- Una vez se implementa L2TP/IPSec se convierte en una de las conexiones VPN más seguras disponibles actualmente.

- L2TP/IPSec hace uso del cifrado AES-256 bit y no tiene vulnerabilidades conocidas.

- Dentro de sus ventajas podemos mencionar que es más seguro que PPTP. A nivel de desventajas tenemos que puede ser más lento que OpenVPN y en algunos casos puede ser bloqueado por reglas específicas de firewall.

1.3.8.3 Protocolo SSTP. SSTP (Secure Socket Tunneling Protocol) es un protocolo VPN que se ha integrado completamente con todos los sistemas operativos de Microsoft desde Windows Vista Service Pack 1 hasta los actuales Windows 10, lo cual permite usar SSTP con Winlogon. Además, muchos proveedores de VPN cuentan con instrucciones específicas de Windows SSTP integradas disponibles.

SSTP hace uso de certificados SSL/TLS de 2048 bits para la autenticación y claves SSL de 256 bits para el cifrado, convirtiéndolo en un protocolo bastante seguro.

Este protocolo SSTP ofrece un túnel cifrado mediante el protocolo SSL/TLS, de modo que cuando un cliente establece una conexión VPN basada en SSTP, primero se establece una conexión TCP con el servidor SSTP a través del puerto TCP 443, el protocolo de enlace SSL/TLS se produce a través de esta conexión TCP.

Posterior a esto, después de la negociación exitosa de SSL/TLS, el cliente envía una solicitud HTTP con codificación de longitud de contenido y una gran longitud de contenido en la conexión protegida con SSL y allí el servidor devuelve una respuesta HTTP con el estado HTTP_STATUS_OK.

▪ **Características SSTP.** Algunas de sus principales ventajas son:

- Permitir la delimitación de tramas PPP a partir de la transmisión continúa de datos que se envía utilizando HTTPS.

- Negociar los parámetros entre dos entidades.

- Realiza operaciones de seguridad, para evitar que un atacante en el medio transmita frames de PPP de manera inapropiada sobre SSTP.

- Los paquetes de control de SSTP contienen mensajes para negociar parámetros y para garantizar que no exista un elemento de confianza en el medio.

1.3.8.4 Protocolo IKEv2. IKEv2 (Internet Key Exchange versión 2) es un protocolo VPN desarrollado en conjunto por Microsoft y Cisco. IKEv2 de forma individual es solo un protocolo de túnel, que proporciona una sesión segura de intercambio de claves por lo cual IKEv2 se empareja frecuentemente con IPSec para el cifrado y la autenticación de la información gestionada.

Uno de los principales usos de IKEv2 es a nivel de soluciones de VPN móvil ya que es bastante útil y dinámico en volver a conectar durante los momentos de pérdida temporal de conexión a internet, así como durante un cambio de red (desde Wi-Fi a datos móviles, por ejemplo).

IKEv2 es un protocolo patentado, con compatibilidad nativa para dispositivos con Windows, iOS y Blackberry. Las implementaciones de código abierto están disponibles para Linux, y la asistencia de Android está disponible a través de aplicaciones de terceros.

Los cifrados usados para generar las claves Phase1 son AES-256-GCM para cifrado, junto con SHA2-384 para garantizar la integridad, combinado con PFS (Perfect Forward Secrecy) con claves.

1.3.8.5 Protocolo PPTP. PTP (Point-to-Point Tunneling Protocol - Protocolo de Túnel Punto a Punto), es uno de los protocolos VPN más antiguos, estando aún en uso a pesar de la existencia en el mercado de otros protocolos un poco más especializados.

El protocolo PPTP opera en el puerto TCP 1723 y es un estándar en todas las versiones de Windows desde entonces. PPTP fue desarrollado gracias a una iniciativa de Microsoft con el fin de encapsular otro protocolo llamado PPP (Protocolo Punto a Punto).

PPTP ofrece las mejores velocidades de conexión, precisamente debido a la falta de características de seguridad (en comparación con los protocolos modernos) siendo una de sus principales ventajas.

1.4 ¿QUIEN ES CARACOL TELEVISIÓN?

"Cuatro décadas atrás, la convicción y decisión de un visionario como Fernando Londoño Henao, respaldado por sus socios en Caracol Radio, entre ellos el expresidente Alfonso López Michelsen, hicieron realidad el sueño de conquistar el maravilloso mundo de la televisión y abrir un nuevo puente para llegar a los colombianos. Hace 40 años, a finales de agosto de 1969, la división de televisión de Caracol Radio que funcionaba desde 1967, se separó formalmente para constituirse en la programadora Caracol Televisión.

Los años setenta significaron el despegar de una compañía comprometida en apoyar el talento colombiano. Fue la década del maravilloso *Teatro Popular Caracol* que permitió llevar cientos de obras de la literatura universal y nacional a las pantallas de los hogares del país. Los ochenta, irrumpieron con la audacia y profesionalismo de una empresa que rápidamente se ubicó en el corazón y la preferencia de los colombianos. En 1986 el grupo Santo Domingo adquirió la mayoría accionaria de la compañía y con su respaldo, Caracol Televisión brilló a través de la calidad y autenticidad de sus producciones. *La mala hierba, Pero sigo siendo el rey, Gallito Ramírez, San Tropel y Caballo Viejo,* entre otras, permitieron a la teleaudiencia reírse, conocer y exaltar la cultura colombiana.

Los noventa, fueron la consolidación y el salto a la internacionalización de una empresa vanguardista. Producciones de la talla de la serie Escalona fueron muestra de excelencia e impresionante acogida del talento. Toda esa experiencia acumulada y el espíritu innovador que ha marcado su desarrollo, fueron el mejor insumo para que en 1998, la programadora de los colombianos Caracol Televisión diera el salto para convertirse en Canal y así ampliar sus posibilidades de seguir ofreciendo entretenimiento, información y diversión a todo el país."[8]

Varios años después de convertirse en canal privado, Caracol televisión empieza a adquirir su propia infraestructura de telecomunicaciones, concretamente después de la construcción de la sede principal ubicada en el barrio la Floresta de Bogotá, en el año 2007, hablando específicamente de la infraestructura satelital, Caracol Televisión dispone de sus propias estaciones terrenas y un contrato de alquiler por más de 15 años de un segmento satelital bastante amplio en el satélite intelsat 21

[8] Tomado de libro edición especial *Caracol televisión 40 años más cerca de ti.* Panamericana formas e impresos S.A. pág. 1 noviembre 2009

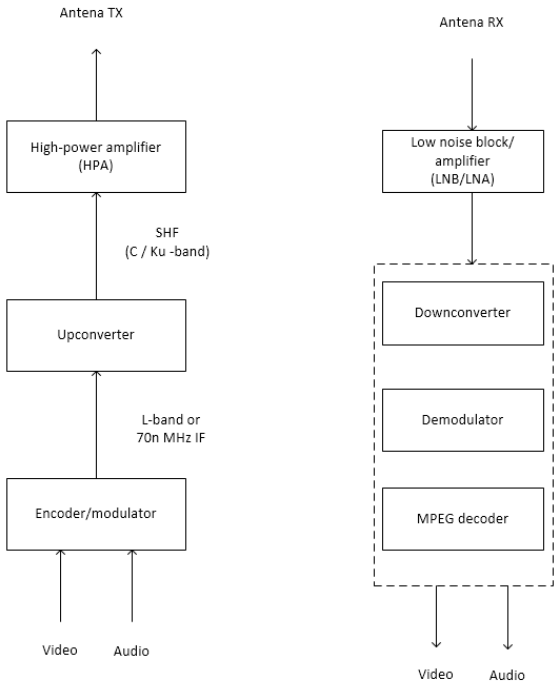
de la empresa Intelsat. Una parte del espectro es dedicado a la señal principal de programación que es enviada a los principales operadores para su posterior despliegue en el territorio nacional; el segmento restante del espectro es utilizado para lo que se conoce como contribución del noticiero, uno de los productos más relevantes del canal; este segmento es utilizado para traer vía satélite a la sede central toda la información importante y los hechos diarios de las ciudades principales del país. Caracol Televisión utiliza la tecnología satelital por su alta confiabilidad, rapidez y amplia cobertura, en la transmisión de información, características importantes para brindar a la audiencia un noticiero con información actual y de buena calidad.

2. SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Un sistema de transmisión satelital completo está conformado por ciertos elementos fundamentales, tanto para el enlace ascendente como el enlace descendente, tales elementos son los responsables de la modulación o demodulación, amplificación y traslado de frecuencias.

El enlace descendente tiene, una antena, un “downconverter” o "convertidor descendente" (LNB), un "demodulador" y un "decodificador" para la señal digital comprimida. El enlace ascendente se compone principalmente de un "encoder" (o codificador) - el dispositivo de compresión - un "modulador", un “upconverter” (convertidor elevador) y un "amplificador de alta potencia" (HPA), que está conectado a una antena. Como se muestra en la figura 21.

Figura 21. Esquema enlace ascendente y descendente



Fuente: Modificada de HIGGINS, JONATHAN, Satellite Newsgathering.

2.1 ENLACE DESCENDENTE

2.1.1 LNB (Low Noise Block). El "convertidor de bloque de bajo ruido" (LNB), tiene como función amplificar la señal que llega debilitada del satélite y desplazar la frecuencia hacia abajo, ya sea banda KU o banda C, a la banda L, como se requiere a la entrada del receptor satelital. En la figura 22 se muestra un LNB comercial. La amplificación dada a la señal es por lo general 60dB ya que la señal recibida es extremadamente débil.
Se requiere que de un LNB adecuado para recibir una determinada banda de frecuencias, aunque en la actualidad hay algunos LNB's disponibles que permiten cubrir la gama entera de bandas de frecuencia.

Los LNB produce una señal de banda L, y esto se logra por desplazamiento de frecuencias, en una operación entre la frecuencia de transmisión y la frecuencia de un "oscilador local" dentro del dispositivo. La frecuencia de este oscilador local es un parámetro importante, fundamental en el uso del analizador de espectro para el proceso de visualización.

Figura 22. Imagen de un LNB

Fuente: http://www.digisat.org/lnbs-lnas

2.1.2 Downconverter. El proceso de conversión en el enlace de bajada es exactamente el proceso inverso al de la conversión en el enlace ascendente, pasando de la señal de frecuencia de bajada a la frecuencia banda L y/o 70 MHz. Entre las características de este proceso en la etapa de bajada es la de minimizar tanto como sea posible la potencia de ruido del sistema. La figura 23 muestra la imagen de un equipo downconverter comercial.

Figura 23. Imagen equipo Downconverter

Fuente:http://www.newtec.eu/frontend/files/products/570x342/az720-downconverter.jpg

2.1.3 Receiver/Decoder. El proceso esencial en el receptor es filtrar la señal de entrada para eliminar señales no deseadas fuera de la frecuencia a la que está sintonizado el equipo, es decir, recupera la señal de video transmitido y la información de audio entrante que viene en forma comprimida, entregando una versión limpia de imagen y sonido en banda base ya sea de forma digital o análoga según sea necesario. Figura 24 muestra una imagen de un receptor satelital comercial.

Figura 24. Imagen de un receptor satelital

Fuente:http://archive.ericsson.net/service/internet/picov/get?DocNo=28701-FGC1011027&Lang=EN&HighestFree=Y

Actualmente se encuentran en el mercado estos dos equipos integrados en una sola unidad.

2.2 ENLACE ASCENDENTE

2.2.1 Encoder. Un encoder digital convierte una señal de video y audio sin comprimir en una señal digital comprimida, y las presenta de forma adecuada para el proceso de modulación y la conversión ascendente de la salida del codificador. Se debe tener en cuenta que, en la compresión, se hacer referencia a menudo a un "códec", que describe el proceso de compresión y descompresión.
El tipo más común de compresión digital utilizado para transmisiones satelitales es MPEG-2. Un encoder o codificador típico tiene una entrada de video análoga/digital y hasta cuatro entradas de audio analógicas.

En este tipo de equipos se tiene el control de diversos parámetros, tales como la velocidad de los bits, velocidad de símbolo, resolución de "horizontal "y/o "vertical" y el delay o retardo. El resultado obtenido es una multiplexación de señales "DVB", lo cual se refiere al flujo de transporte, esta señal de salida es una señal ASI (interfaz serial asíncrona) la cual posteriormente alimentara al modulador. Figura 25 muestra la imagen de un encoder satelital comercial.

Figura 25. Imagen de un encoder satelital

Fuente:https://www.ericsson.com/ourportfolio/products/rx8200-family?nav=productcategory007%7Cfgb_101_759

2.2.2 Modulador. El propósito del modulador es convertir el Stream datos (ASI o IP) desde el encoder en una señal de RF modulada. La frecuencia portadora de RF de la salida del modulador es nominalmente 70 MHz o, en la banda L (950-1450 MHz). Esto es conocido como una señal de frecuencia intermedia (IF). El término "intermedio" se utiliza ya que se encuentra entre el rango de frecuencia de banda base y la frecuencia de la transmisión final. La cual a través de un cable coaxial llegará hasta el BUC donde de nuevo la señal será modulada a una frecuencia compatible con las transmisiones por satélite, en este caso la banda Ku o banda C y finalmente será amplificada para su entrega a la antena.

La clave para el funcionamiento de un modulador digital, es la corrección de errores, esta se aplica antes de la modulación, el modulador soporta FEC (Forward Error Correction) o “Corrección de errores hacia adelante”. Con esta técnica y mediante complejos algoritmos de detección y corrección de errores como son los algoritmos de Reed Solomon y de Viterbi, el modulador inserta junto con los bits útiles de información otros bits de redundancia, de tal forma que en el receptor se pueden detectar determinados errores de transmisión y corregirlos sin necesidad de volver a retransmitir la trama afectada por dichos errores. Cuantos más bits de redundancia se añaden, más errores pueden ser detectados y corregidos en recepción, pero menor es la tasa entre bits útiles y bits totales enviados hacia el satélite.

Los moduladores son equipos compatibles con los estándares DVB-S2 y DVB-DSNG/S y permite modular la señal utilizando alguna de las siguientes modulaciones: QPSK, 8PSK, 16APSK y 32APSK. El uso de una u otra modulación vendrá determinado por la calidad del enlace satelital conseguido.

Adicionalmente, el modulador se encarga, cuando es necesario, de encriptar la información transmitida hacia el satélite mediante los sistemas de encriptación BISS (Basic Interoperable Scrambling System), BISSM (igual que el BISS, pero para múltiples programas) y de forma opcional el AES (Advanced Encryption Standard). Cuando la información es transmitida hacia el satélite encriptado con el sistema BISS, el satélite la devuelve hacia tierra encriptado con el mismo sistema. Los receptores o decodificadores satelitales reciben una clave individualizada desde el propio satélite para poder decodificar la transmisión. La figura 26 muestra la imagen de un modulador satelital comercial.

Figura 26. Imagen de un modular satelital

Fuente: http://fibraoptica.blog.tartanga.net/files/2014/03/Unidad-movil-DSNG_7.jpg

2.2.3 Up-Converter. La función del convertidor elevador es transformar la modulada señal de IF desde el modulador hasta la banda deseada de frecuencia, por un proceso de desplazamiento de frecuencia o "conversión". Esto es algo que se realiza en dos pasos discretos: desde 70 MHz a la banda L, y de la banda L para la banda de frecuencia en la que opera. Sin embargo, cualquier proceso de conversión tiene una serie de pasos más pequeños de desplazamiento de frecuencia inherentes.

Con el avance en el desarrollo en el procesamiento digital de señales, hoy en día es posible encontrar en el mercado en una sola unidad lo que sería el encoder-modulador y up-converter. La figura 27 muestra la imagen de un equipo up-converter comercial

La salida de esta primera etapa de conversión ascendente pasa al convertidor elevador fijo. El up-converter entrega una señal de bajo nivel de potencia que va al HPA, y luego este la amplifica al nivel de transmisión deseada.

Figura 27. Imagen de un Up-converter

Fuente: https://miteq.com/docs/D-338.PDF

2.2.4 Amplificador de alta potencia (HPA). El amplificador de alta potencia de un sistema digital para el enlace ascendente trabaja con una potencia de salida de 50W a 350 W; comúnmente se trabaja en el rango de 125W a 175W para antenas con un diámetro de 1.2 m a 1.8 m. El HPA es generalmente uno de los dos componentes más costosos en el enlace ascendente, siendo el otro el de la antena y montaje. La figura 28 muestra la imagen de un HPA comercial.

La función del HPA es amplificar la señal de bajo nivel de potencias que viene desde el upconverter a la antena. Debido a la naturaleza de la señal digital, es especialmente crítico que el HPA se opere en la parte lineal de su característica de transferencia, para evitar el aumento de los errores de bits introducidos desde los productos de intermodulación generados "en banda", dentro del ancho de banda del transpondedor. Este tipo de problemas se conoce como “saturación” del canal de transmisión.

Idealmente, el HPA para el sistema debe ser seleccionado de modo que en general se opera a entre 50% y 75% de este máximo nominal de potencia de salida (saturado). La determinación del tamaño del tipo de HPA (en combinación con el tamaño de la antena) tiene que ser hecho teniendo en cuenta la potencia del satélite que se va a utilizar.

La potencia de salida de un enlace ascendente se define por dos parámetros: la potencia de salida del HPA y la ganancia de la antena. La potencia de salida del HPA se refiere a que es la potencia entregada al puerto de salida (conector) del amplificador. Las conexiones en todo el sistema hasta ahora han sido con cable coaxial, pero la conexión de la HPA a la antena utiliza una "guía de onda" (rígida, semirrígida o flexible).

Figura 28. Imagen de un Amplificador de alta potencia (HPA)

Fuente: http://www.wavestream.com/es/products/

3. PROPUESTA Y DESARROLLO DEL DISEÑO

Caracol Televisión, como uno de los canales de televisión más grandes y de mayor alcance en Colombia, ha buscado la manera de cubrir de forma periodística la mayor parte del territorio del continente americano, para ello formó una alianza con canales de noticias de Centro y Norte América.

La contribución de estos canales aliados se realiza a través de sus segmentos satelitales, a los cuales ellos accesan con la señal de interés y Caracol la baja del satélite y la retransmite.

Los satélites asignados a los canales aliados son satélites domésticos, por lo tanto, su área de cobertura es reducida.

Caracol para tener acceso a estos satélites, dispuso de una infraestructura física y tecnológica en la ciudad de Miami, ciudad seleccionada por su buena posición geográfica para este proyecto.

Caracol Televisión, no cuenta con personal capacitado para la operación de estos recursos en dicha ciudad, lo cual ha intentado resolver realizando contrataciones independientes que no han sido exitosas debido a la no disponibilidad del personal capacitado, los tiempos de desplazamiento y los costos adicionales de contratación bajo las normas laborales de Estados Unidos.

Basándose en la problemática existente se diseña una metodología que permita manejar de forma remota los equipos tecnológicos y físicos de manera segura y responsable para tener la señal satelital deseada, sin la necesidad de incurrir en el desplazamiento de personal técnico capacitado en sitio.

La figura 29, muestra el flujo que tendrá la información para este diseño. El enlace satelital será el que lleve la información, mientras que el enlace de datos será el enlace utilizado para la gestión remota.

Para este diseño se emplean equipos de propiedad de Caracol Televisión, ya que se pretende dar la solución al problema planteado con el uso de los equipos existentes, aprovechando al máximo sus capacidades tecnológicas, los cuales inicialmente fueron adquiridos para otro tipo de funciones; de esta manera se estaría evitando una inversión extra en equipos nuevos.

Figura 29. Diagrama general de Enlaces Miami - Bogotá

Fuente: Autora

3.1 COMPONENTES DEL DISEÑO

3.1.1 Componentes del enlace Satelital. Los componentes de un enlace satelital son:

- 1 antena robótica para enlace descendente
- 1 antena tipo OFFSET para enlace ascendente
- 1 antena para recepción en Bogotá puede ser robótica o tipo OFFSET
- 1 sistema de control remoto en este caso Research Concepts RC2000A
- Receptor o decodificador, en este caso Upcom UC-IRD+
- Encoder UC-*450E MPEG 4 HD
- HPA Upcom modelo UC 400C
- Software SNMPNMS.exe v 2.5.3 (configuración y operación del encoder y modulador)
- 1 decodificador para Bogotá se tomará para el ejemplo, un decodificador Ericsson 8200

3.1.2 Componentes del enlace de datos. Los componentes del enlace de datos son:

- Pc equipo cliente, sistema operativo Windows

- Pc equipo servidor, sistema operativo Windows
  → Doble tarjeta de red
    →Red de internet
    → Red local para conexión con el SW

- Switch de enrutamiento

- Adaptador RS422 a red Ethernet RJ45

3.1.3 Componentes adicionales sistema de alimentación eléctrica. Se llaman componentes adicionales, ya que no son necesarios para la puesta en marcha del diseño, con que los equipos estén conectados a la red eléctrica local será suficiente. Estos componentes adicionales al diseño se incluyeron para la prevención de posibles problemas eléctricos, en el caso de un corte del suministro a causa de eventos naturales.

- Regleta con interface Ethernet (puerto RJ45)

- UPS (Unidad ininterrumpida de poder)

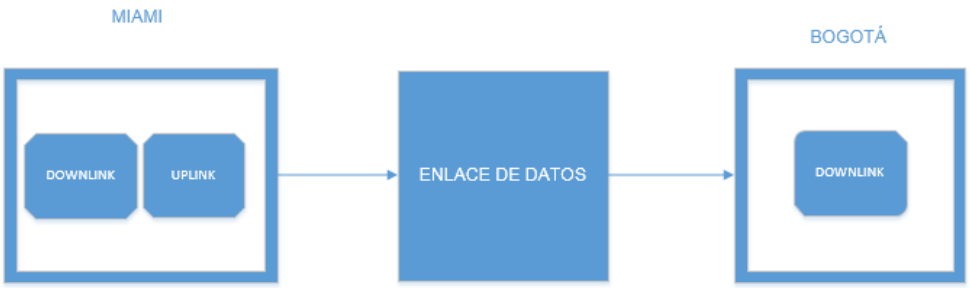
- Sistema transferencia automática

- Planta eléctrica

3.2 ENLACE SATELITAL

Inicialmente se trabajará en lo correspondiente a la ciudad de Miami, el diseño comenzará con el enlace descendente para la adquisición de las señales, luego pasará al enlace ascendente que llevará la señal a la ciudad de Bogotá, como se muestra en la figura 30.

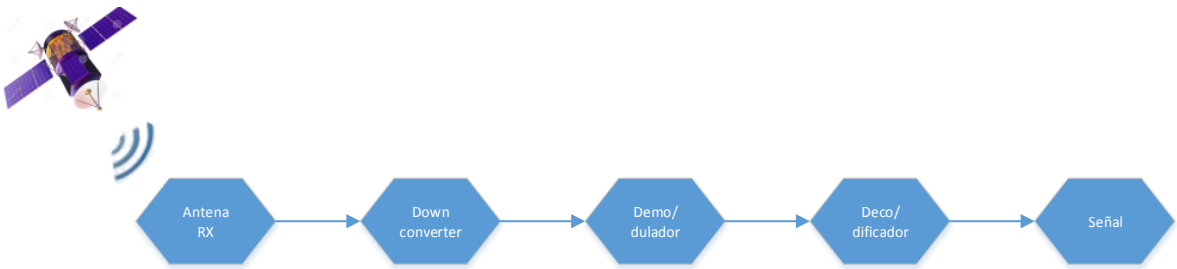
Figura 30. Diagrama general enlace Satelital Miami – Bogotá.



Fuente: Autora

3.2.1 Enlace satelital descendente para Miami. Inicialmente, la señal deseada deberá ser captada a través de la antena receptora; previamente se han obtenido el nombre del satélite y los parámetros satelitales correspondientes. Con el nombre del satélite se sabrá si posee cobertura en el área geográfica requerida (footprints) y con los parámetros satelitales se adquirirá la señal para su posterior demodulación y decodificación; en este momento se tendrá la señal en banda base (recuperándose audio y video). Este proceso se muestra gráficamente en la figura 31.

Figura 31. Diagrama del enlace satelital descendente para Miami.



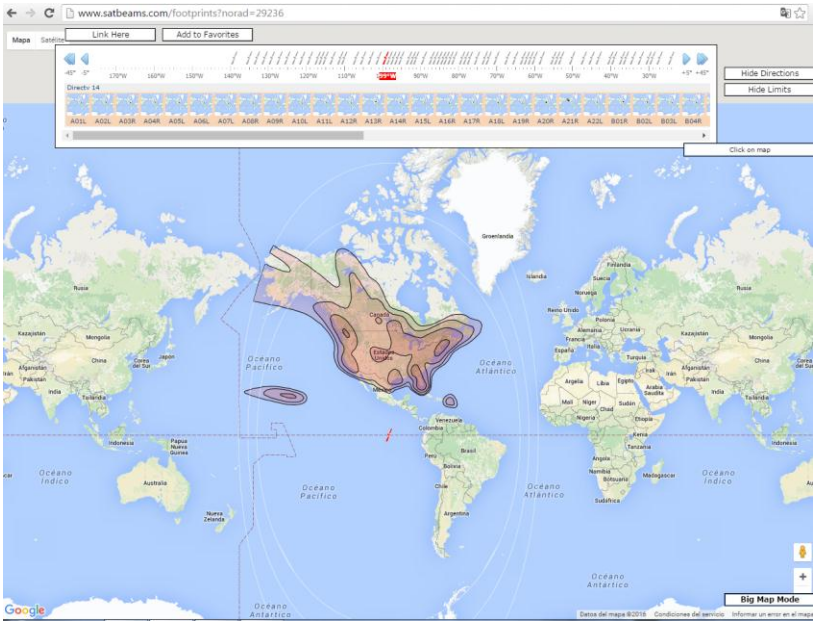
Fuente: Autora

3.2.1.1 Adquisición señal satelital. Para la correcta adquisición de la señal satelital, es necesario saber su área de cobertura y tipo de polarización. Esta información se obtiene a través de la página web http://www.satbeams.com/footprints y el nombre del satélite.

Los canales que conforman la alianza con Caracol Televisión en Centro y Norte América tienen sus señales en los siguientes satélites; Galaxy 16 banda Ku, Galaxy 25 banda Ku y Galaxy 28 banda C y Ku. La huella satelital de estos satélites no llega a territorio colombiano, razón por la cual es imposible bajar la señal de estos canales directamente en la ciudad de Bogotá.

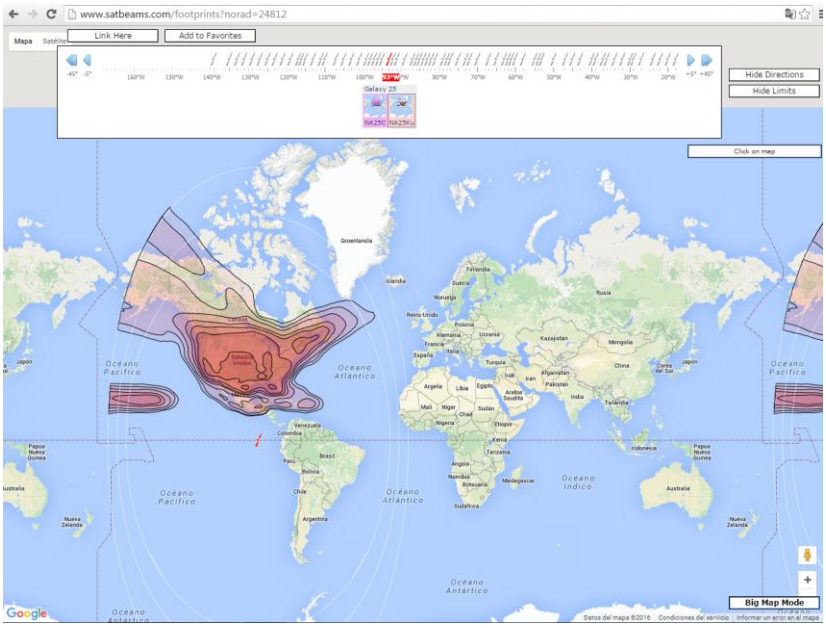
A continuación, las figuras 32 a 35, muestran la huella satelital de estos satélites:

Figura 32. Huella satelital Galaxy 16 banda KU



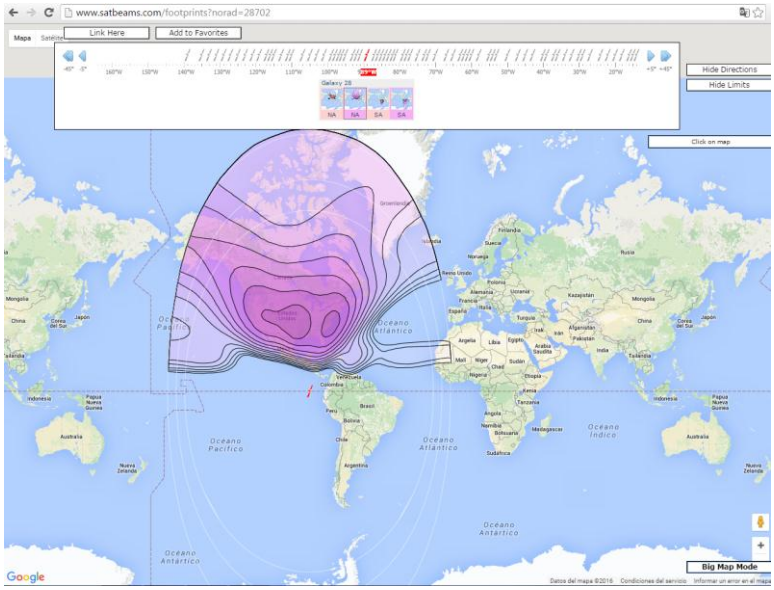
Fuente: https://satbeams.com/footprints?beam=5912

Figura 33. Huella satelital Galaxy 25 KU



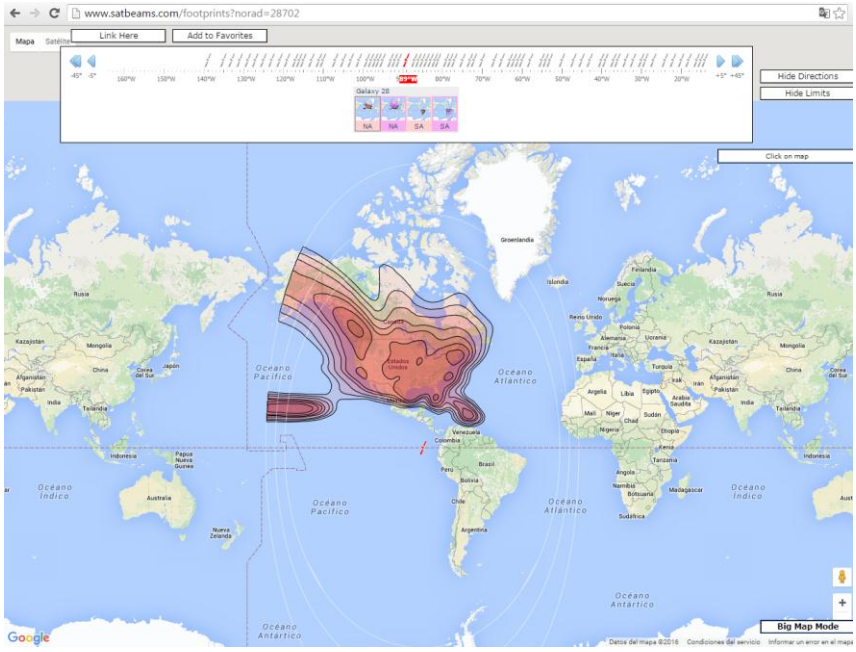
Fuente: https://satbeams.com/footprints?beam=5912

Figura 34. Huella satelital Galaxy 28 banda C



Fuente: https://satbeams.com/footprints?beam=5912

Figura 35. Huella satelital Galaxy 28 banda KU



Fuente: https://satbeams.com/footprints?beam=5912

Los parámetros satélites son otro dato fundamental en la adquisición de la señal satelital, ya que son las coordenadas necesarias para poder ubicar una señal específica dentro de un rango de frecuencias de un satélite; los parámetros son la frecuencia de bajada, el sistema de encripción utilizado (modulación), Symbol Rate (SR) y FEC. Esta información es obtenida directamente del poseedor de la señal o también en internet se puede buscar a través de la página https://www.lyngsat.com.

▪ **Antena Receptora Miami.** La cadena de transmisión inicia con la antena de recepción (downlink), como la que se muestra en la figura 36, y termina con la antena transmisora (Uplink), como se muestra igualmente en la figura 58, ubicadas en la sede de Caracol en la ciudad de Miami; la antena receptora es una antena robótica de marca “DH satellite” de 4.5 metros de diámetro.

Figura 36. Antena receptora Miami

Fuente: Autora

La antena receptora es móvil de dos ejes Azimut y elevación, doble polarización en banda C y Banda KU, controlada por un Sistema Research comceps RC2000A.

Equipos seleccionados para el sistema:

- Receptor: Upcom UC-IRD+
- Modulador: UC-250L2 DVB-S2
- Encoder: UC-450E MPEG4 HD

Las siguientes son las direcciones IP[9] y los programas necesarios para controlar los diferentes equipos:

- Control antena: 192.168.98.253 entorno web.
- Receptor: 192.168.98.252 entorno web.
- Encoder: 192.168.98.251 Upcom NMS ver 2.31. exe
- Modulador: 192.168.98.250 Upcom NMS ver 2.31. exe

[9] Para la simulación del funcionamiento y gestión por medio del protocolo IP de los equipos, se crea una pequeña red LAN, con direcciones privadas, simulando la red creada por el switch al final de la red VPN.

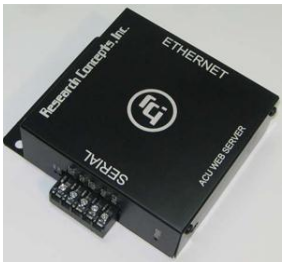
▪ **Controlador Antena.** El controlador escogido es el RC2000A, propiedad de research concepts, este dispositivo está diseñado para controlar una antena de doble eje con 36 voltios y actuadores tipo pulso con posición de retorno. Utilizando sensores tipo resolver que traducen la información de rotación dada en grados a pulsos o pasos. Hay un sensor para cada uno de los parámetros necesarios a manipular en la antena, es decir, un sensor conectado a cada motor encargado de manipular físicamente azimut, elevación y polarización. La figura 37 muestra la parte frontal y posterior del equipo controlador RC2000A.

Figura 37. Imagen frontal y posterior RC2000A

Fuente: Anexo A. Controlador Antena

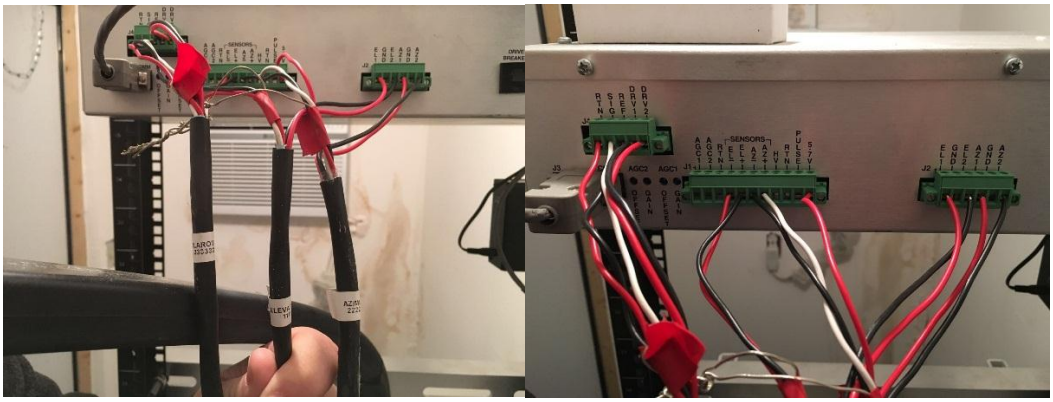
El RC2000A está equipado con un puerto RS-422 para comunicaciones. Esto permite a través de esta interfaz gestionar el controlador desde un PC. En este punto se utiliza el adaptador de RS-422 a RJ45 para estandarizar la conexión con el switch. La figura 38, enseña la interfaz de comunicación que utiliza el controlador RC2000A para comunicarse con un pc; la figura 39, muestra las conexiones eléctricas y mecánicas entre el controlador y los motores en la antena.

Figura 38. Interfaz de comunicación entre el controlador RC2000A y un PC



Fuente: https://www.sateng.com/products/9680439672_large.jpg

Figura 39. Conexión eléctrica y mecánica entre antena y controlador



(a) (b)

(c)

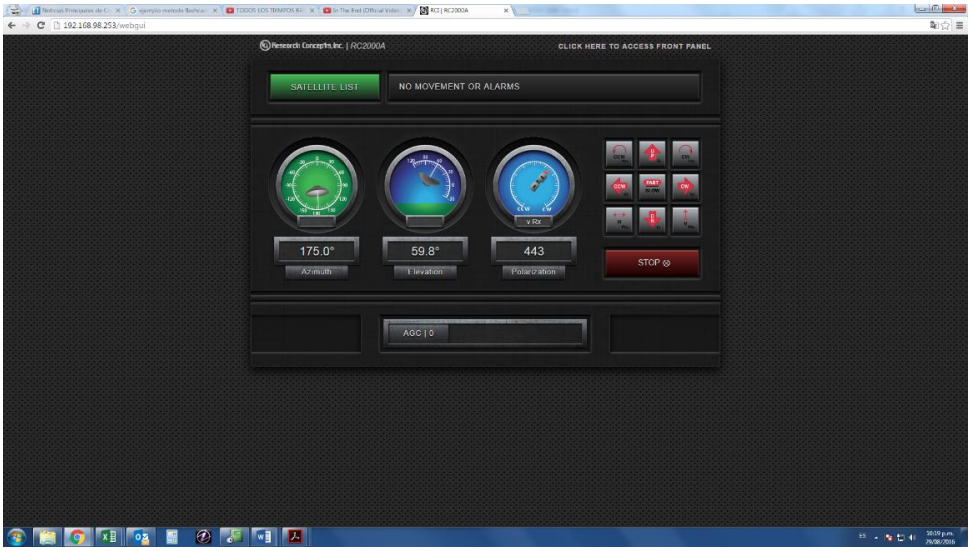
Fuente: Autora[10]

[10] ANEXO A. Controlador de la antena Instalación eléctrica y mecánica. Pág. 22.

Control antena:

Para posicionar la antena, se asigna la dirección IP: 192.168.98.253.
Se muestra en la figura 40, como es el entorno web al acceder al controlador de la antena RC2000A a través de un pc.

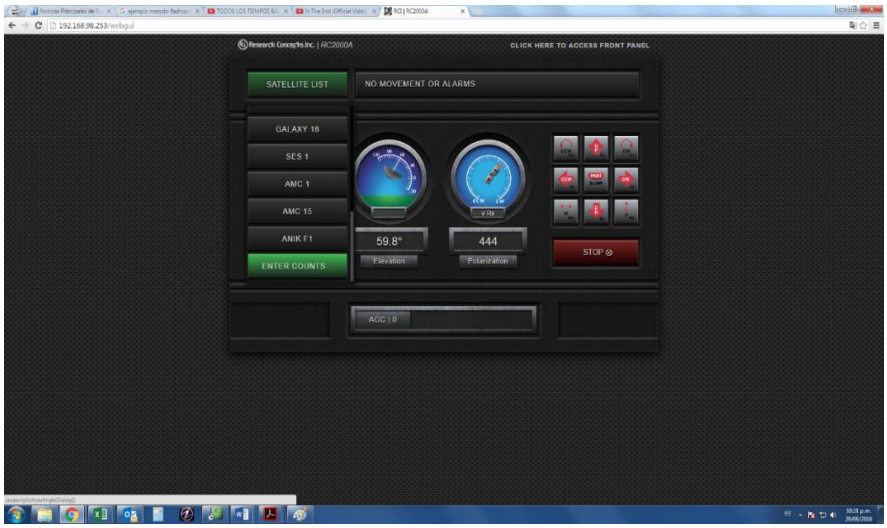
Figura 40. Entorno web del controlador de la antena



Fuente: Autora

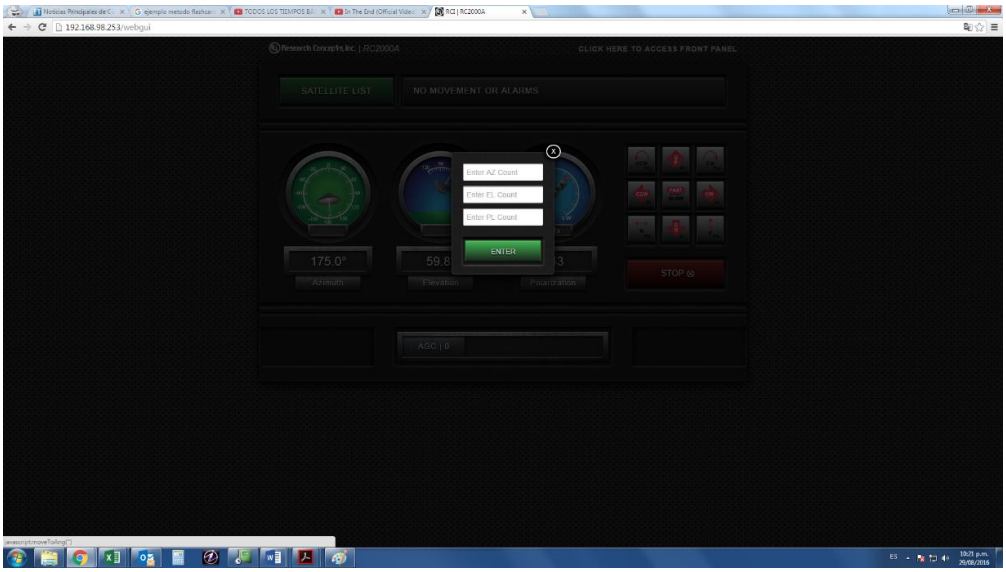
El satélite deseado se busca introduciendo manualmente los valores de Azimut y Elevación e inmediatamente la antena deberá comenzar a moverse en dicha dirección, como se muestra en la figura 41 y 42; los botones de forma gráfica muestran la ubicación actual de la antena.

Figura 41. Introducción datos ubicación del satélite



Fuente: Autora

Figura 42. Introducción datos Azimut, elevación y Polarización.



Fuente: Autora

La antena tiene doble polaridad tanto en banda C como en Banda KU, la opción de polarización ajusta las dos polaridades al mismo tiempo, como se muestra en la figura 42.

3.2.1.2 Receptor o Downconverter. Los parámetros de inicio y configuración para el receptor son:

Receptor Upcom UC-IRD+

IP 192.168.98.252

User: UPCOM

Password: user (información de acceso al equipo viene por defecto).

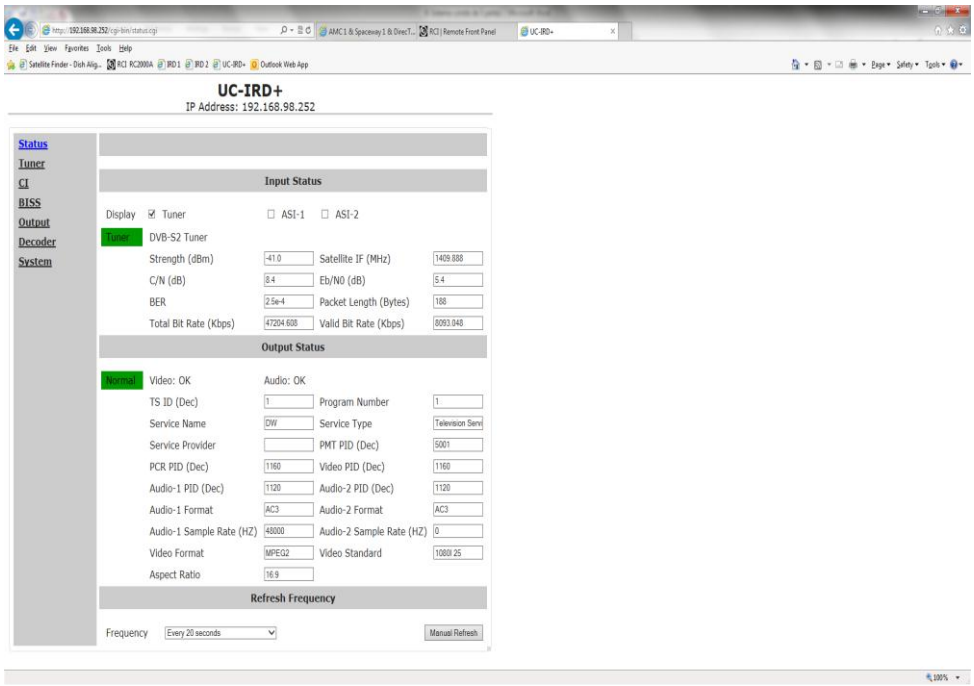
En la figura 43 se observa la imagen del receptor utilizado para el diseño.

Figura 43. Imagen del receptor Upcom UC-IRD+

Fuente: http://www.upcom.com/manuals/IRD/UC-IRD+%20User%20Manual.pdf

La primera pantalla de Status, la figura 44: muestra si el receptor está LOKED o no y la diferente información de la señal, formato, calidad, EB/No, etc., y un estatus de la señal con diferente información de programa, además de información general de audio y video. Con el equipo receptor enganchado se confirmará que la antena efectivamente ha quedado bien apuntada al satélite.

Figura 44. Entorno web receptor satelital



Fuente: Autora

3.2.1.3 Tuner o demodulación. Esta pantalla se usa para colocar los datos de la señal de bajada, la figura 45, muestra cómo se introducen los parámetros al equipo:

LNB Lo Frecuencia: 5150 para banda C y 10750 para Banda KU

Satélite Frecuencia: en banda C o en Banda KU banda base.

Symbol Rate: en K/bau

LNB Voltage: siempre debe estar ON en 18 Voltios

DiseQc: Esta opción es muy importante en la configuración del receptor ya que es la que permite escoger que polaridad y banda se va a utilizar:

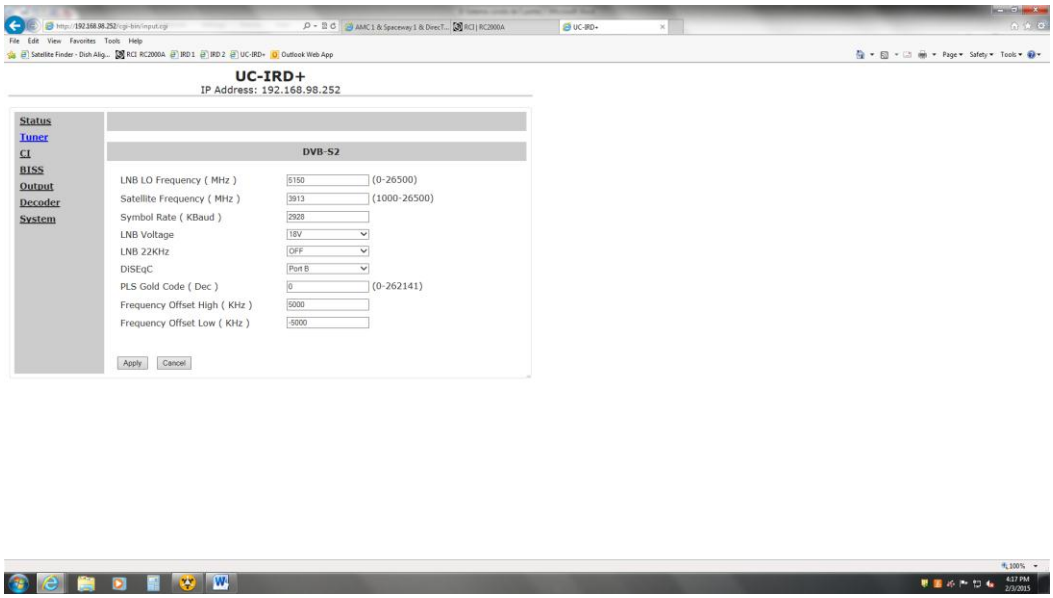
PORT A: banda C Vertical

PORT B: banda C Horizontal

PORT C: banda KU Vertical

PORT D: banda KU horizontal.

Figura 45. Introducción parámetros recetor satelital

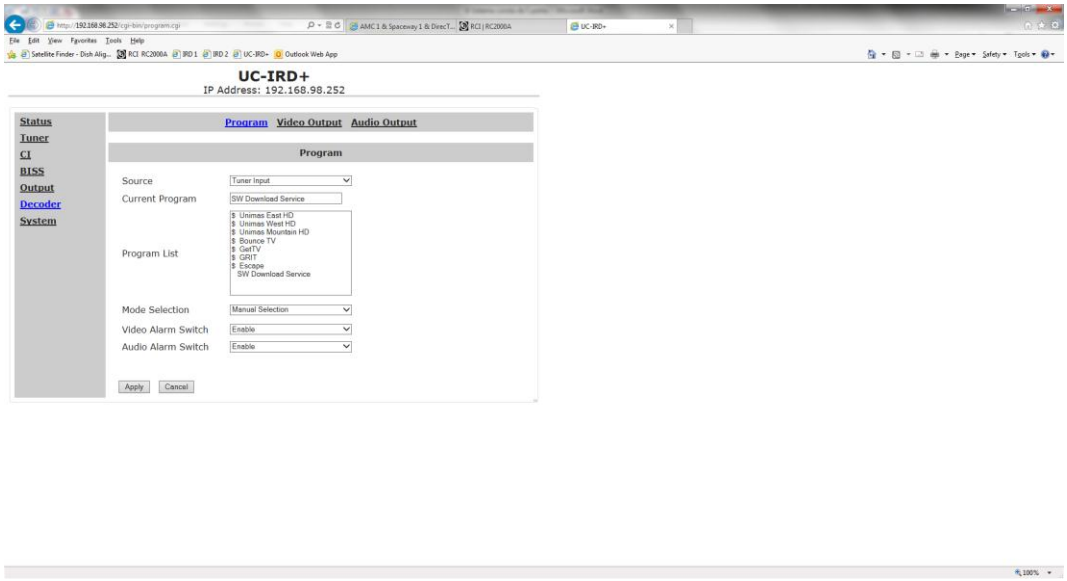


Fuente: Autora

Una vez se han ingresado los datos, se escoge la opción Apply y luego Return.

3.2.1.4 Decoder. En esta página se escoge el programa o servicio, el Source o Fuente es Tuner Input. En la figura 46, muestra cómo deben verse los servicios presentes en la señal decodificada.

Figura 46. Selección de servicios presentes en el transponder



Fuente: Autora

En la ventana Program list, aparecen los servicios que se encuentran disponibles en el transponder. Para escoger un servicio en particular se debe seleccionar primero en la categoría Mode Selection, la opción Manual Selection. Se debe tener en cuenta este paso, ya que si en esta categoría esta seleccionada la opción default se tomara por defecto el primer servicio.

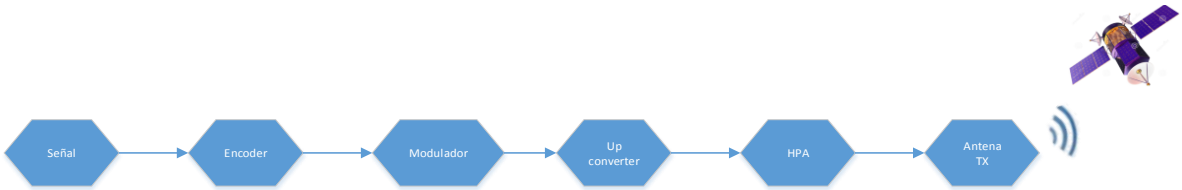
Luego, nuevamente se escoge la opción Apply y Return.

Después de realizar los anteriores pasos en la opción Status, se debe observar que las opciones Tuner y Normal estén de color verde, lo cual de forma gráfica el equipo estará informando que la señal está perfectamente enganchada.

En esta parte del proceso se tendría la señal deseada en el telepuerto de Miami.

3.2.2 Enlace satelital ascendente para Miami. La señal en banda base se recibe para ser comprimida, trasladada en frecuencia y amplificada en potencia para que tenga las características optimas y pueda ser transmitida por la antena al satélite. Este procedimiento como se observa gráficamente en la figura 47, es el paso inicial del turnaround que llevara la señal a Bogotá.

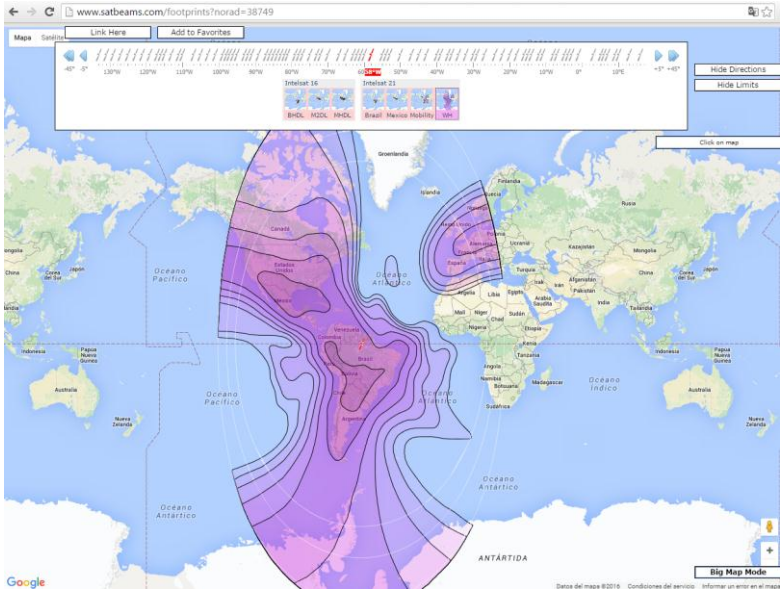
Figura 47. Diagrama enlace satelital ascendente para Miami



Fuente: Autora

Caracol Televisión tiene alquilado espacio satelital en el Intelsat 21, este satélite tiene una huella satelital bastante amplia, cubriendo la totalidad del continente americano, lo que permite que se pueda subir señal al satélite en la ciudad de Miami y ser bajada (decodificada) en la cuidad de Bogotá. La figura 48, muestra la huella satelital correspondiente al satélite Intelsat 21 banda C.

Figura 48. Huella satelital INTELSAT 21 banda C



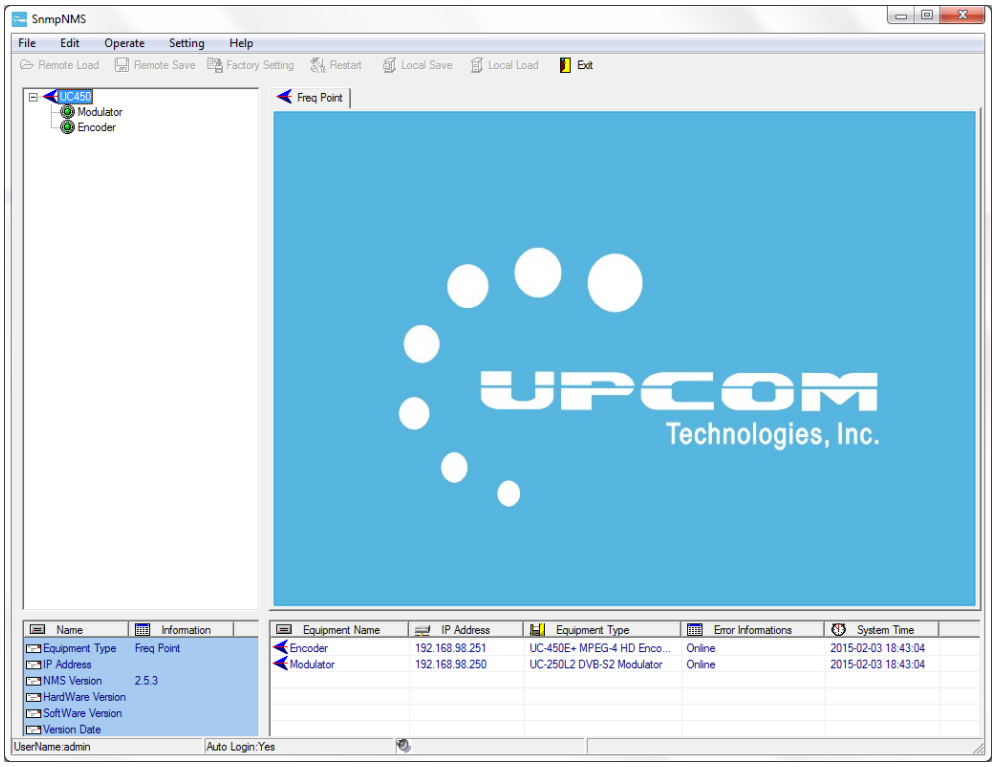
Fuente: https://satbeams.com/footprints?beam=5912

3.2.2.1 Encoder y Modulador. En esta sección se trabajará la configuración y operación del encoder y modulador para subir la señal previamente adquirida al satélite, se subirá al satélite INTELSAT 21 donde Caracol Televisión tiene asignado su propio segmento satelital para contribuciones.

▪ **Configuración Encoder y modulador**. Para configurar y operar el encoder y el modulador se usa el programa SNMPNMS.exe de Upcom, en la figura 49, se muestra el entorno web que tiene el equipo. http://www.upcom.com/software/SnmpNMS2.5.3%20-%20UPCOM.zip [11].

[11] ANEXO C. Disponible el ejecutable

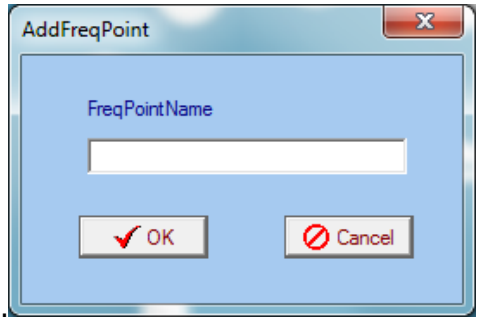
Figura 49. Entorno web encoder y modulador satelital



Fuente: Autora

Para adicionar un equipo, se siguen los pasos como se muestran en la figura 49 y 50, se selecciona Edit → AddFreqPoint:

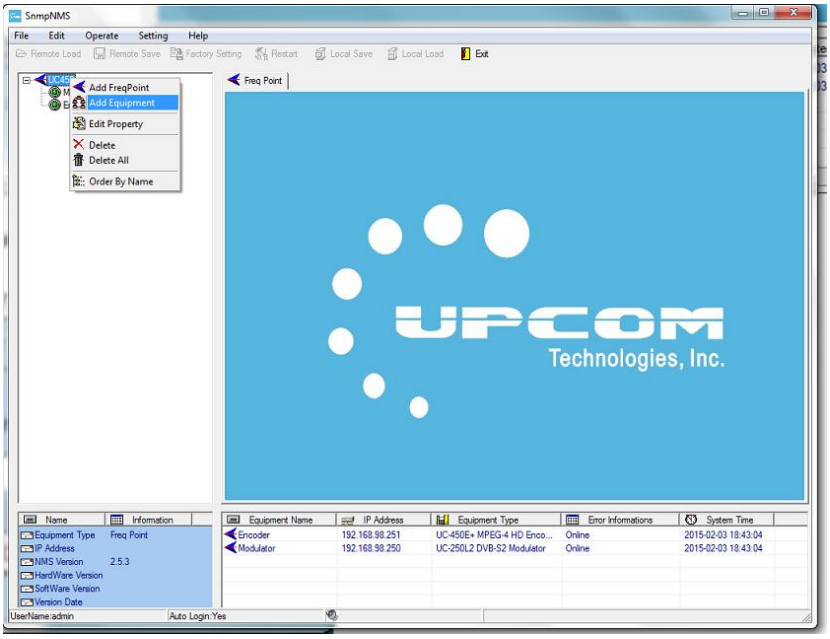
Figura 50. Configuración paso 1. Adhesion de equipos software SNMPNS.exe



Fuente: Autora

En la figura 51 se observa como escoger el nombre que se le asignará al equipo “XXXXX” luego → Add equipment.

Figura 51. Configuración paso 2. Adhesión de equipos software SNMPNS.exe



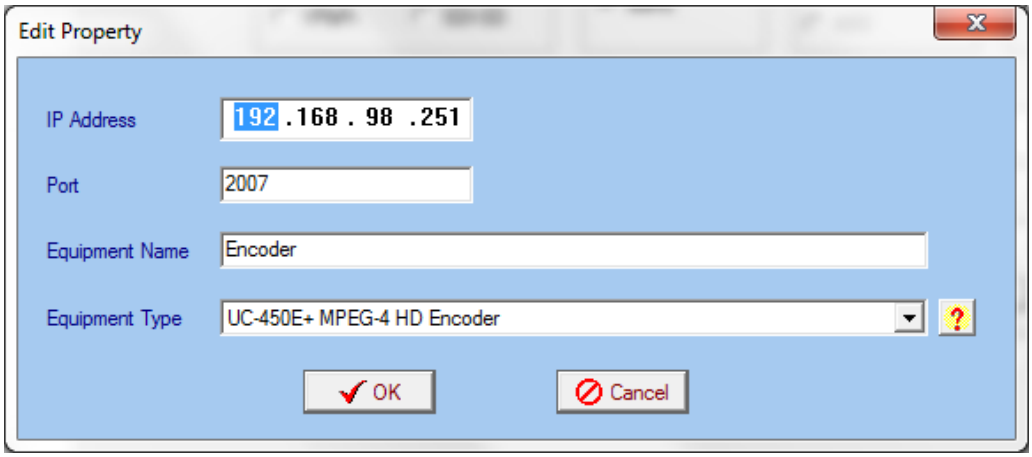
Fuente: Autora

Este proceso se debe realizar dos veces para la adicion del encoder y del modulador respectivamente.

Al encoder se le asignó la direccion IP: 192.168.98.251 y a el modulador la dirección IP: I92.168.98.250.

Esta aplicación tiene la opcion de que el usuario pueda agregar una breve descripción de los equipos a utilizar. Este paso se realiza en la opcion Edit property, como lo muestra la figura 52.

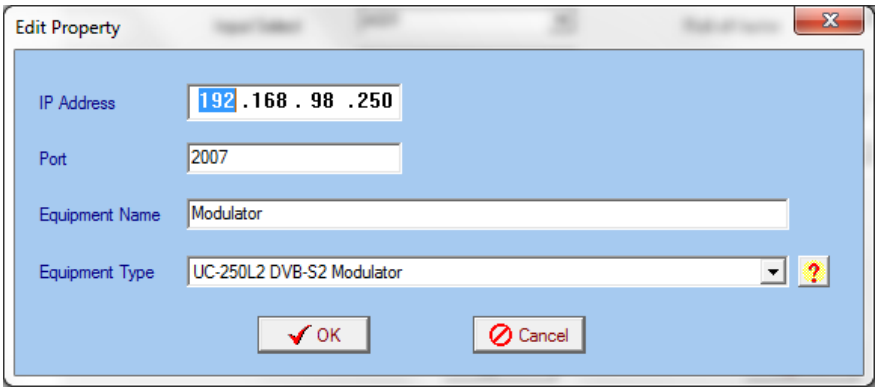
Figura 52. Configuración paso 3. Descripción de las propiedades de cada equipo



Fuente: Autora

Se adiciona el modulador siguiendo el procedimiento anterior y se agrega una breve descripción del equipo, como se muestra en la figura 53.

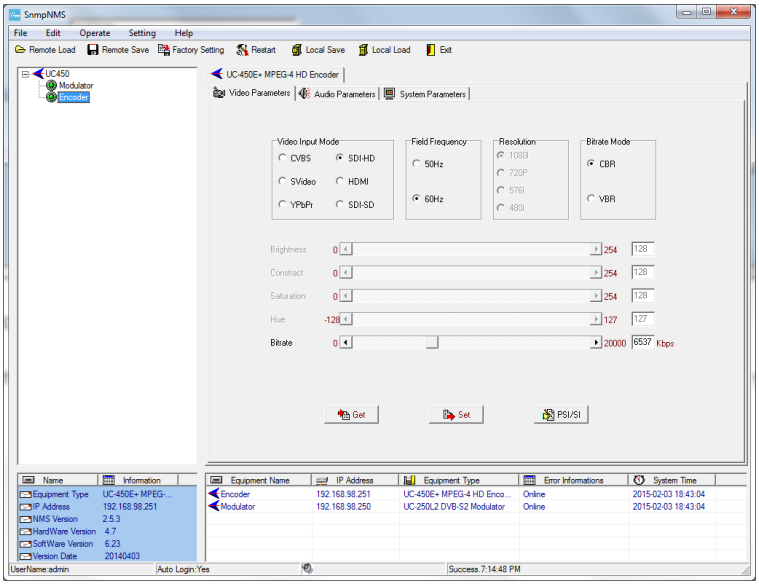
Figura 53. Configuración paso 4. Descripción equipo modulador



Fuente: Autora

- **Operación Encoder y Modulador.** Con el encoder se pueden manejar algunos parámetros según criterio de calidad o necesidad de la transmisión, por ejemplo, Tipo de señal HD o SD, el BITRATE de la señal, etc. Al realizar dichos cambios se debe escoger la opción Set, para que esta nueva información sea actualizada en el equipo. La opción Get se utiliza para traer información previamente guardada y la opción Remote Save graba los cambios realizados de forma parmente. Como se muestra en la figura 54.

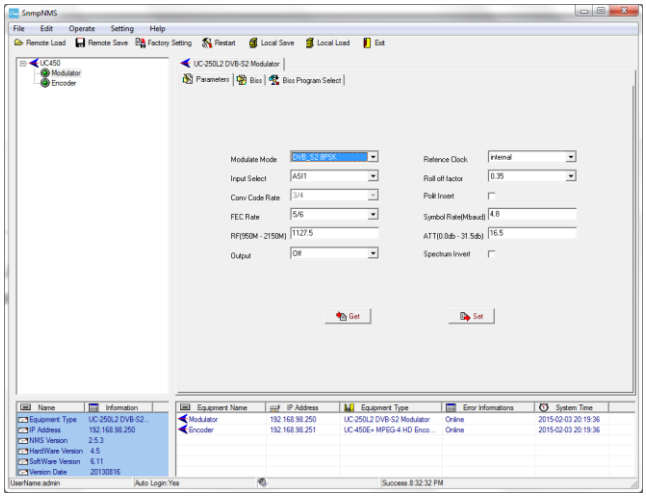
Figura 54. Operación Encoder



Fuente: Autora

Esta es la pantalla principal del modulador, como lo muestra la figura 55, en esta sección se pueden manejar los siguientes parámetros: tipo de modulación, symbol rate, factor de Roll Off, frecuencia de subida, manejar igualmente la subida al satélite con portadora limpia y luego modular la señal.

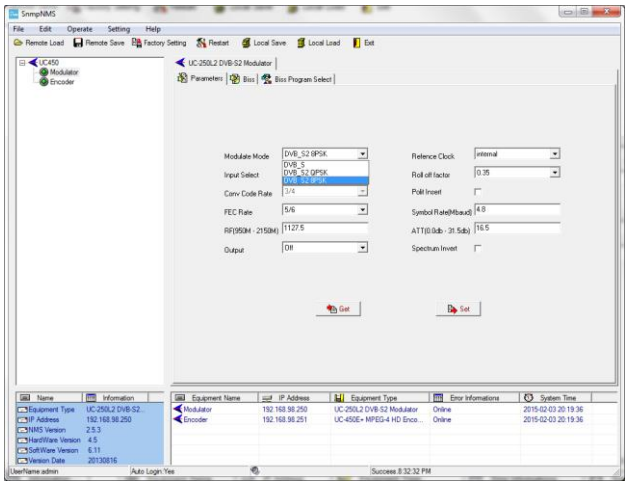
Figura 55. Operación modulador paso 1



Fuente: Autora

En la figura 56, se muestran las opciones que existen para el tipo de modulación.

Figura 56. Operación modulador paso 2



Fuente: Autora.

El FEC Rate y el Symbol Rate.

La frecuencia de subida va en el campo RF (950M-2150M): la frecuencia de oscilación del encoder es 4900 MHz. (Para banda C).
La frecuencia de subida se calcula FREQ UP -4900 = RF. Ejemplo para un slot con frecuencia de subida es 6027.5 – 4900 = 1127.5M.

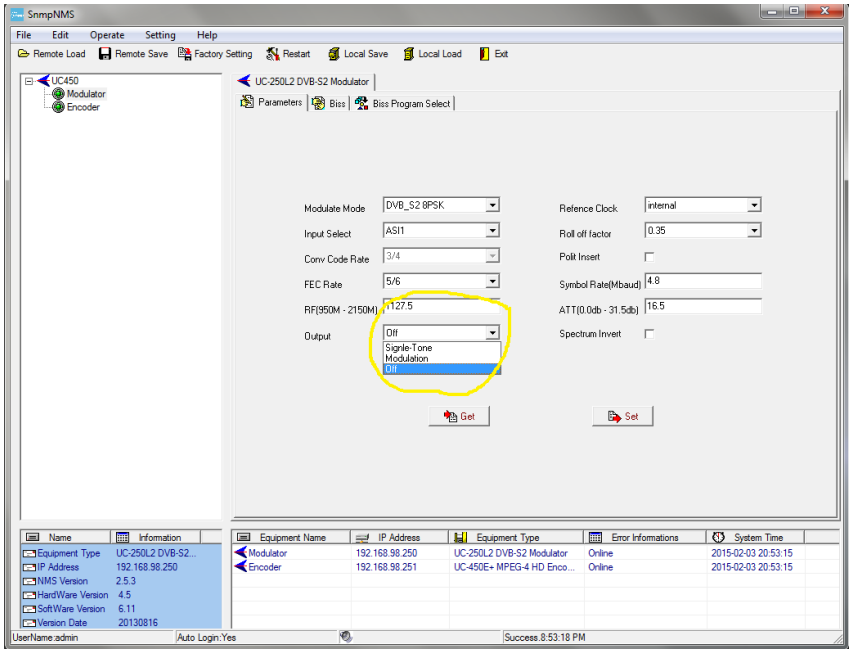
Para empezar a trasmitir en la opción OUTPUT, la figura 57 muestra las 3 opciones que se tienen:

OFF: Señal abajo

SINGLE-TONE: Portadora limpia

MODULATION: Señal modulada, lista para la transmisión.

Figura 57. Operación modulador paso 3



Fuente: Autora

La potencia del transmisor se controla con la opción “ATT (0.0db – 31.5db)” en incrementos de 0.5dbs.

El modulador en este caso de manera interna eleva o desplaza la frecuencia al valor ingresado, que es precisamente la función del up-converter, este valor corresponde a la frecuencia de subida al satélite, para luego poder ser amplificada en potencia por el HPA; para este diseño es un HPA: UPCOM modelo UC-400C.

3.2.2.2 Antena Transmisora. La antena Transmisora (Uplink), es una antena tipo Offset de la marca Prodelin de 3.8 metros de diámetro. Como lo muestra la figura 58.

Figura 58. Antena Transmisora

Fuente: Autora

La antena de Uplink es una antena fija, apuntada al satélite Intelsat 21. Esta antena esta fija en este satélite, ya que el objetivo es que toda señal que sea obtenida en la ciudad de Miami sea retransmitida a Bogotá y como se ha mencionado anteriormente, Caracol Televisión tiene su espacio satelital adjudicado en el satélite Intelsat 21.

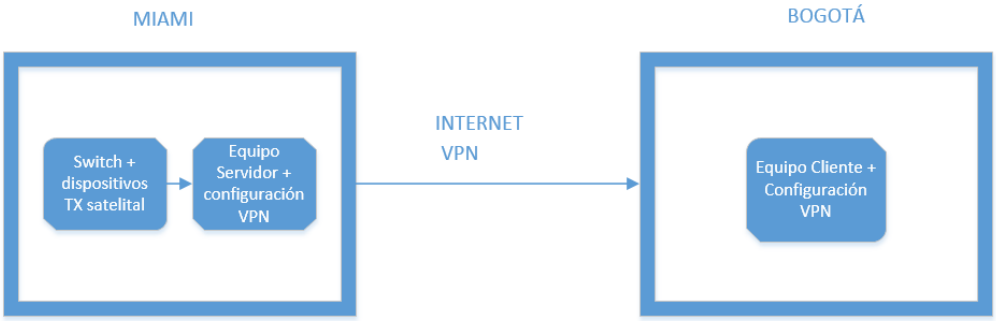
De esta manera en teoría, se puede decir que se ha realizado lo que en transmisiones satelitales se conoce como “Turnaround”. Se ha obtenido señal de un satélite en la ciudad de Miami y posteriormente esta misma señal se ha subido al satélite Intelsat 21, satélite cuya huella satelital cubre el territorio colombiano. En este punto del proceso ya es posible en la ciudad de Bogotá adquirir esta señal para ser utilizada por Caracol Televisión.

3.3 ENLACE DE DATOS

En la figura 59, se muestra de forma general las configuraciones necesarias que deberán ser implementadas para poder llevar a cabo la gestión remota de los equipos de la cadena de transmisión satelital desde Bogotá.

Aunque la gestión final se realizará desde Bogotá, la configuración del servidor administrador se realizará en Miami ya que es allí donde físicamente se encuentran ubicados los equipos.

Figura 59. Diagrama enlace de datos



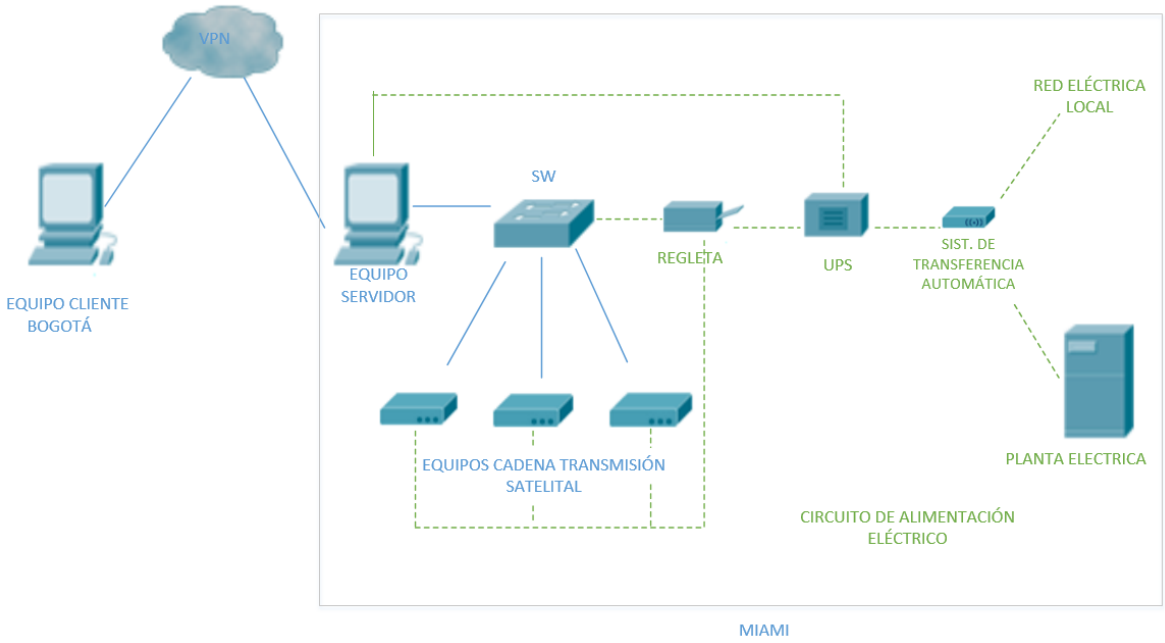
Fuente: Autora

En la ciudad de Miami, como se muestra en la figura 60, se configurará una red local donde estarán los equipos de la cadena de transmisión conectados a un equipo servidor por medio de un Switch, se realiza por medio de un switch por lo que este dispositivo según sus características, brinda la opción de tener conexión con varios equipos al mismo tiempo; en este equipo servidor se configurará igualmente la red VPN y luego un equipo cliente en Bogotá, para que desde esta ciudad se pueda acceder a esta red local y alcanzar los equipos conectados.

Para el diseño se tiene en cuenta realizar la VPN con arquitectura de acceso remoto, igualmente conexión de acceso remoto y el protocolo PPTP[12].

[12] Capítulo 1, Subcapítulo 1.3 Red Privada Virtual.

Figura 60. Diagrama de conexión del enlace de datos y circuito de alimentación eléctrica



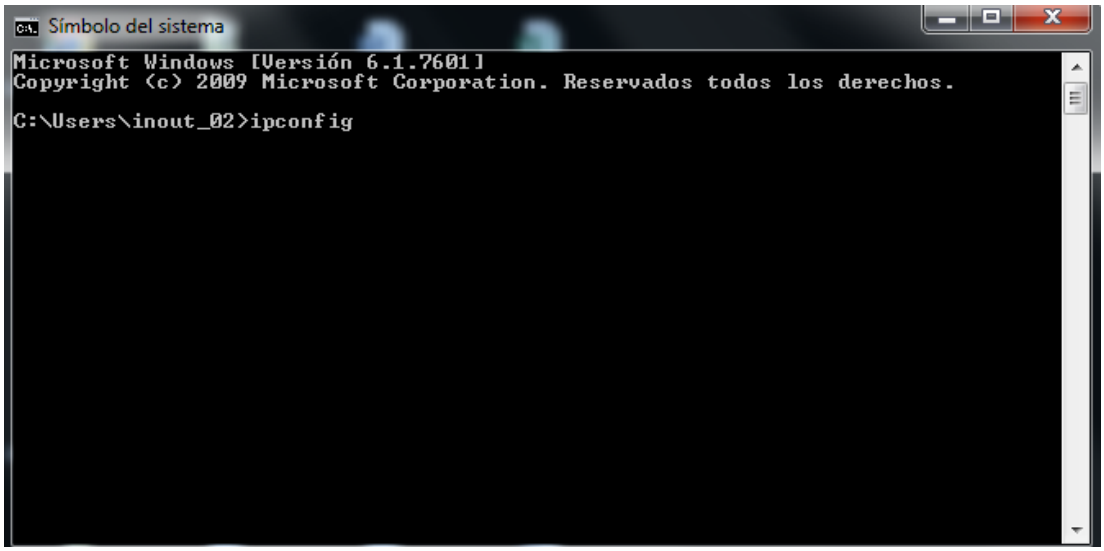
Fuente: Autora

3.3.1 Configuración de una red VPN. Para realizar la configuración de una red VPN, se ha tenido en cuenta las propiedades de la tecnología VPN de arquitectura y conexión de acceso remoto, para extender una red local de forma virtual, junto con el protocolo PPTP que es estándar en las versiones de Windows y ofrece las mejores velocidades de conexión, propiedades tecnológicas que otorgan a este diseño las características necesarias para la solución deseada.

3.3.1.1 Configuración equipo servidor en Miami. Para iniciar, se debe conocer la dirección IP del equipo servidor; para esto se accede a la consola de Windows o CMD (con permisos administrativos), y con el comando ipconfig, se obtiene la IP del equipo servidor.

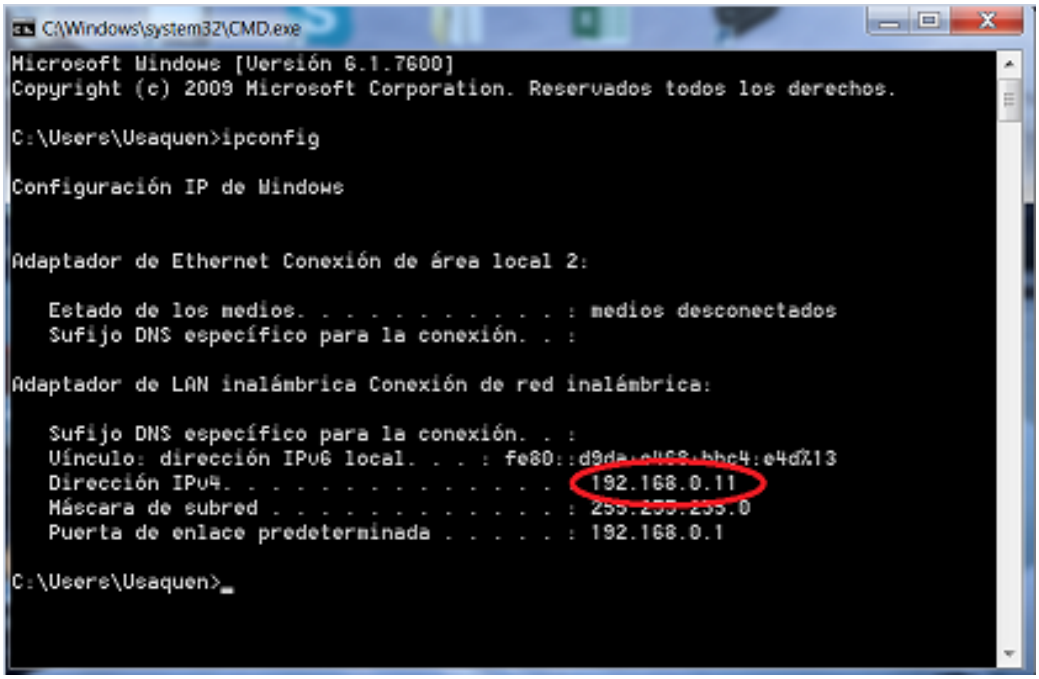
En la figura 61 y figura 62, se muestra a manera demostrativa en que parte de la consola CMD se obtiene la dirección IP del equipo.

Figura 61. Consola CMD



Fuente: Autora

Figura 62. Dirección IP del equipo en consola



Fuente: Autora

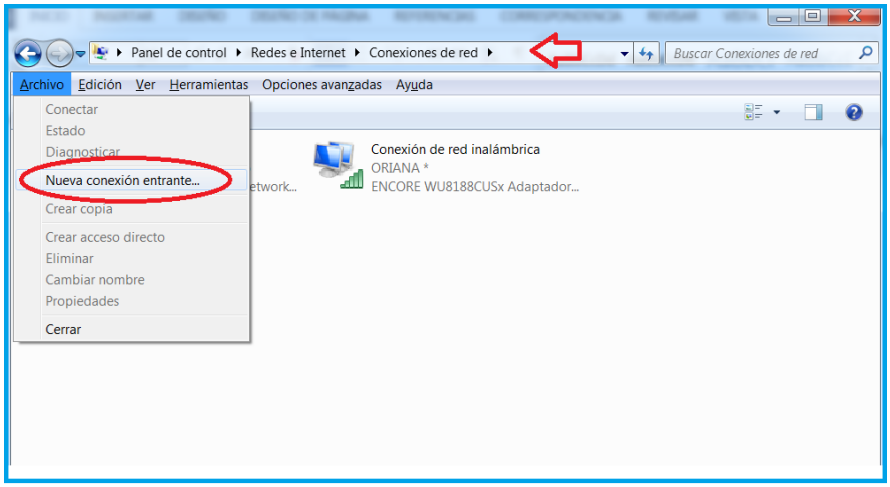
Para configurar la VPN en el servidor se siguen los siguientes pasos:

- Panel de control
- Abrir centro de redes y recursos compartidos
- Cambiar la configuración del adaptador

Una vez, en esta ventana, se da clic sobre Archivo →Nueva conexión entrante, en el caso de que no aparezca esa barra, se pulsa la tecla “Alt” del teclado y deberá aparecer.

En la figura 63, se muestra el primer paso de la configuración de una nueva conexión.

Figura 63. Configuración VPN servidor paso 1.

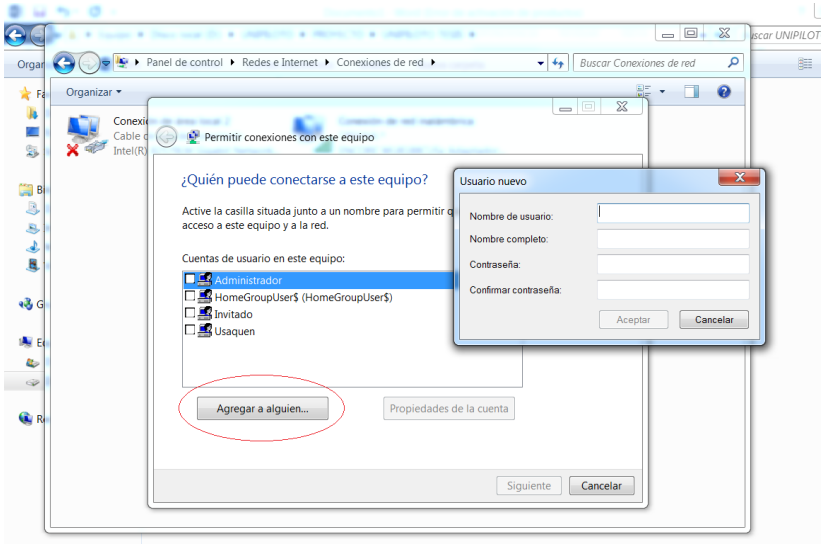


Fuente: Autora

En la figura 64, se describen los pasos a seguir para agregar las credenciales del usuario.

Aparecerá la opción → Agregar a alguien, asignamos acá nombre de usuario y contraseña

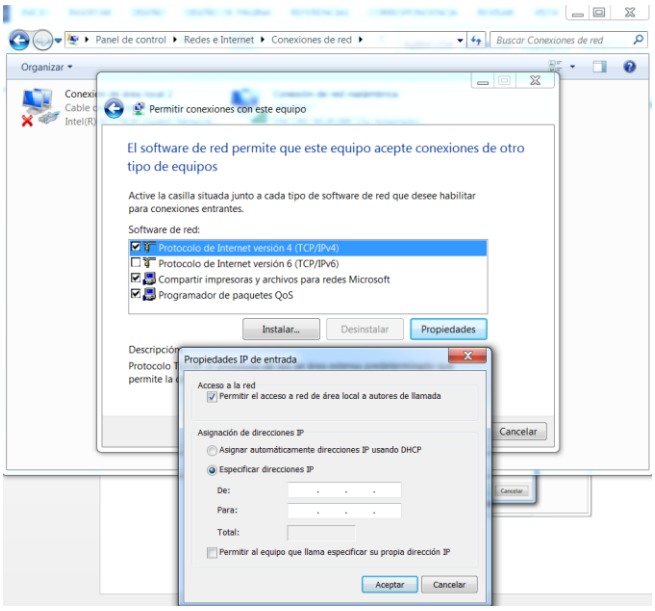
Figura 64. Configuración VPN servidor paso 2



Fuente: Autora

En las propiedades de IPV4 se debe establecer un rango de direcciones IP, como se muestra en la figura 65, este rango depende del número de equipos remotos que se necesite conectar. → permitir acceso.

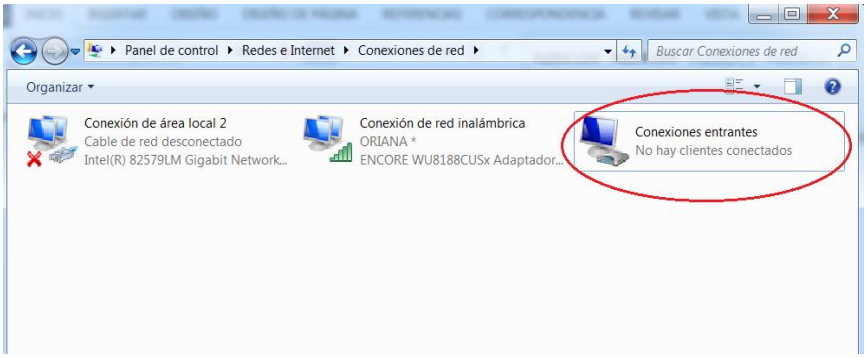
Figura 65. Configuración VPN servidor paso 3



Fuente: Autora

Luego como se observa en la figura 66, → Panel de Control → Redes e Internet → Conexiones de red se verifica qué se cree un icono llamado “conexiones entrantes”.

Figura 66. Configuración VPN servidor paso 4

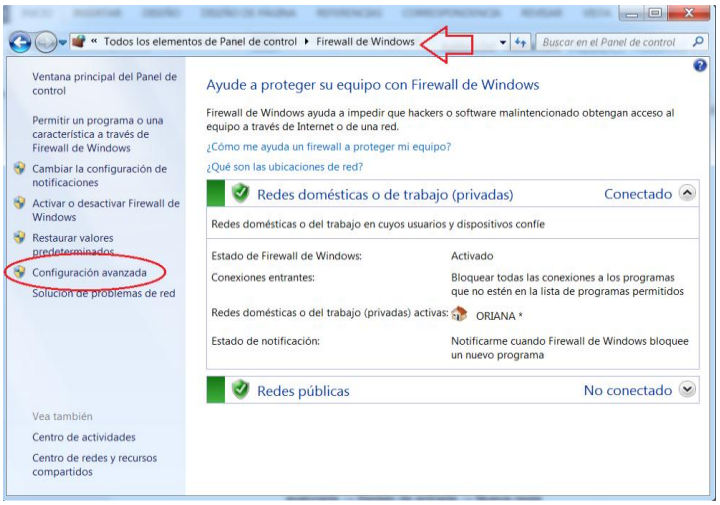


Fuente: Autora

Para este procedimiento se hace necesario realizar apertura de puertos en Firewall, ya que por defecto los puertos para VPN vienen bloqueados. Para el caso específico de VPN el puerto es el 1723.

→ Panel de control → Redes e internet → Centro de redes y recursos compartidos → Firewall de Windows → configuración avanzada → Reglas de entrada → Nueva regla. Como se muestra en la figura 67.

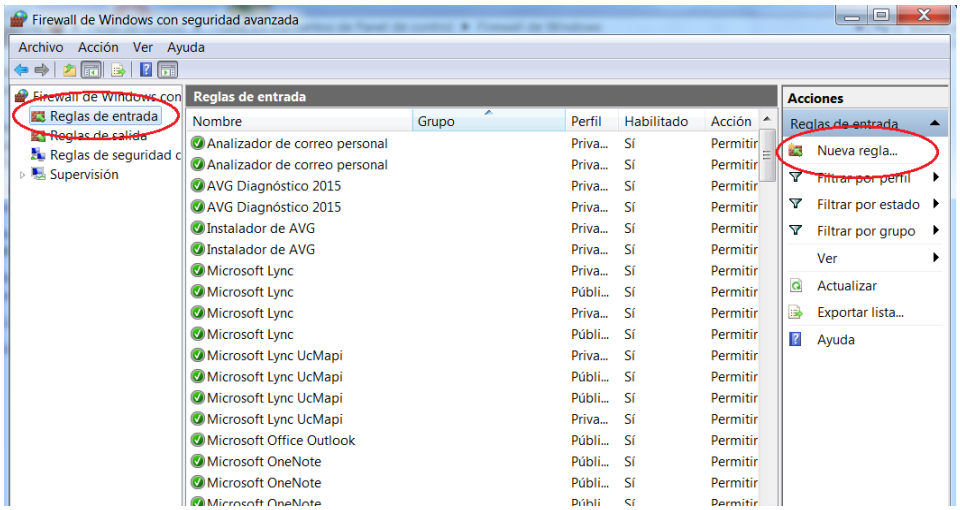
Figura 67. Configuración VPN servidor paso 5



Fuente: Autora

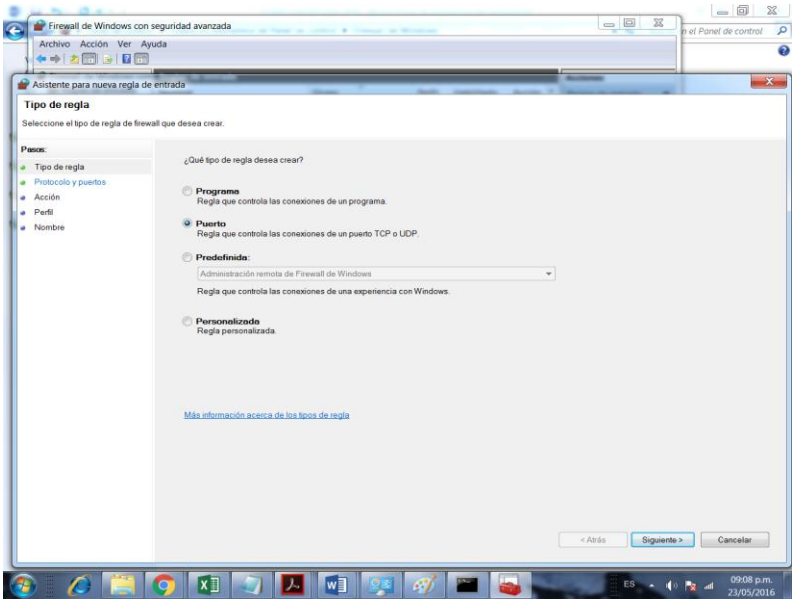
Nueva Regla → Puerto → TCP y en puertos locales específicos se escribe 1723 → Permitir Conexión → Privado → Finalizar. Como se muestra en las figuras 68 a 73.

Figura 68. Configuración VPN servidor paso 6



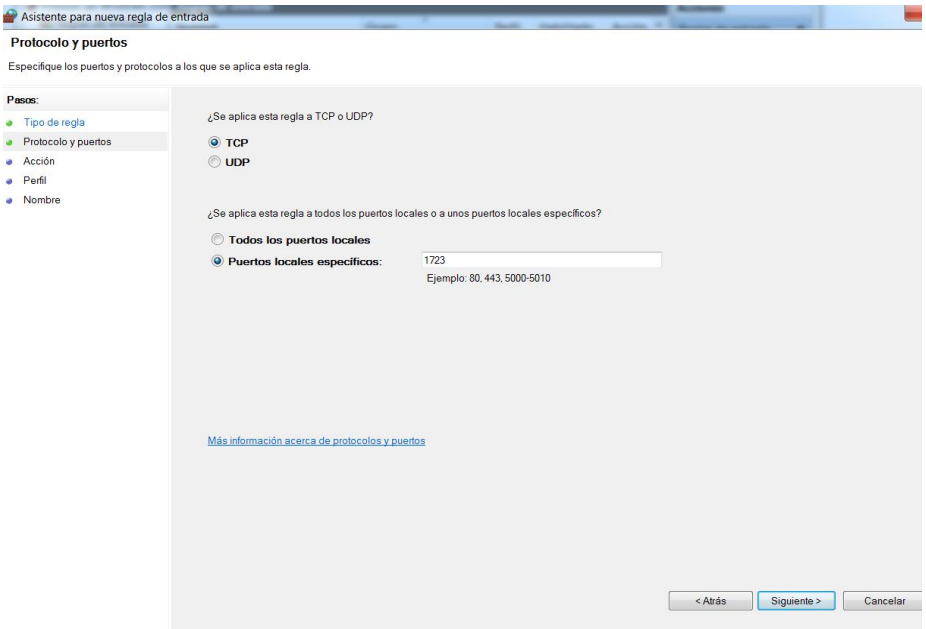
Fuente: Autora

Figura 69. Configuración VPN servidor paso 7



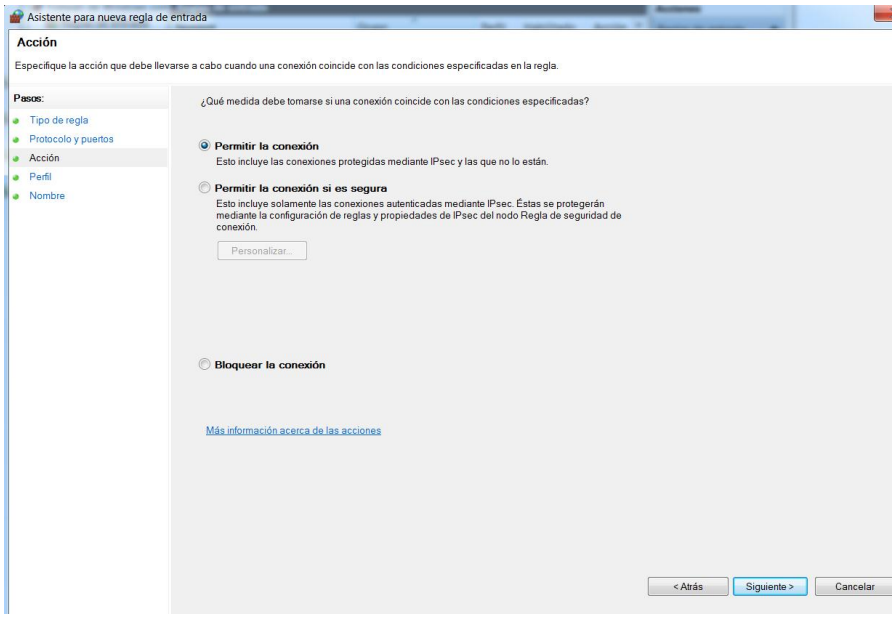
Fuente: Autora

Figura 70. Configuración VPN servidor paso 8



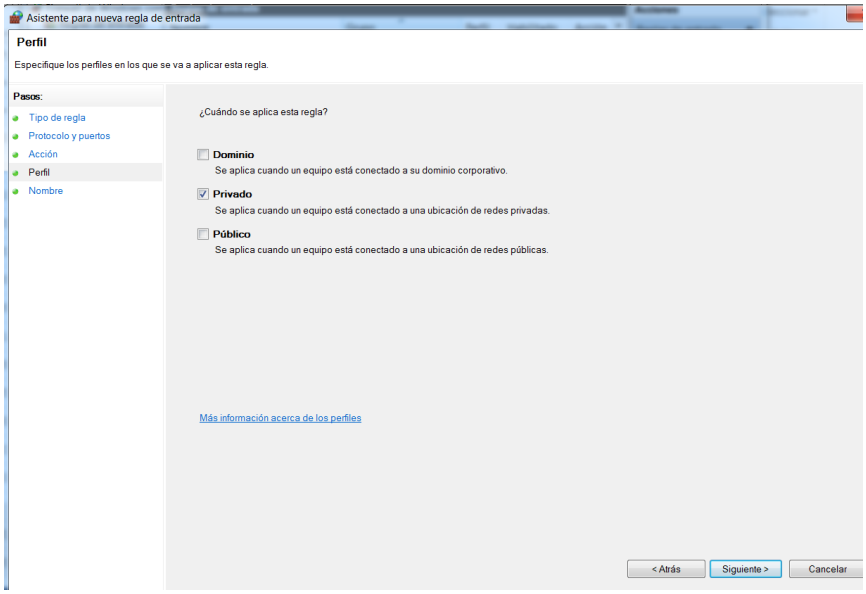
Fuente: Autora

Figura 71. Configuración VPN servidor paso 9



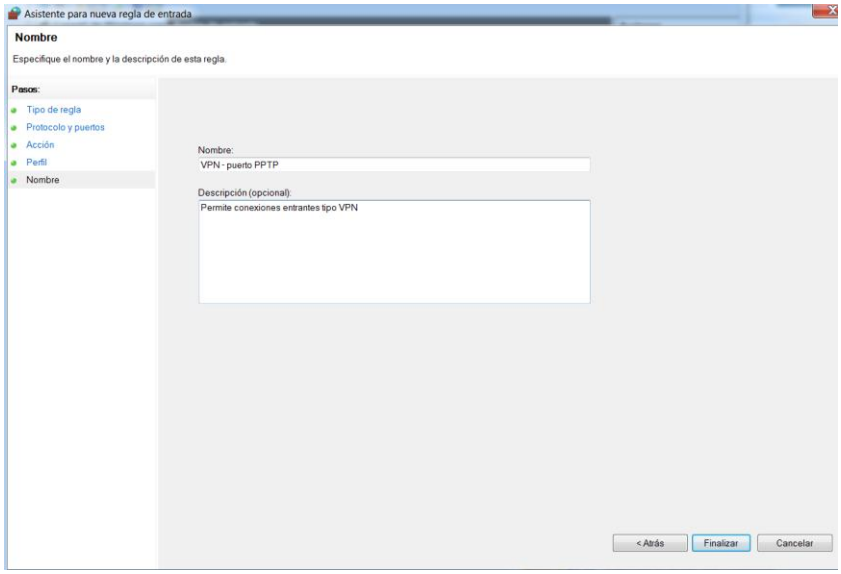
Fuente: Autora

Figura 72. Configuración VPN paso 10



Fuente: Autora

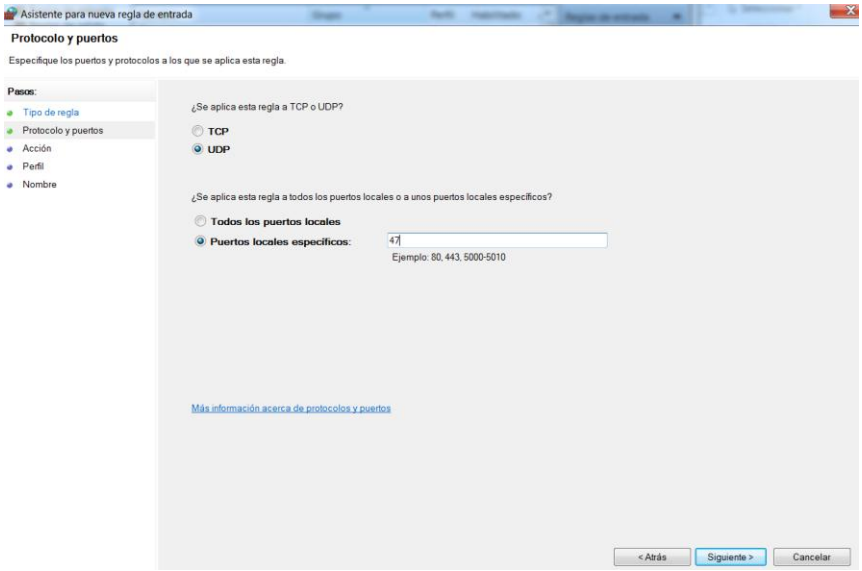
Figura 73. Configuración VPN servidor paso 11



Fuente: Autora

Es necesario crear una regla de entrada para el protocolo 47. → Nueva regla → Puerto → UDP; en puertos locales específicos se escribe 47 →Permitir conexión → privado → Finalizar. Figura 74.

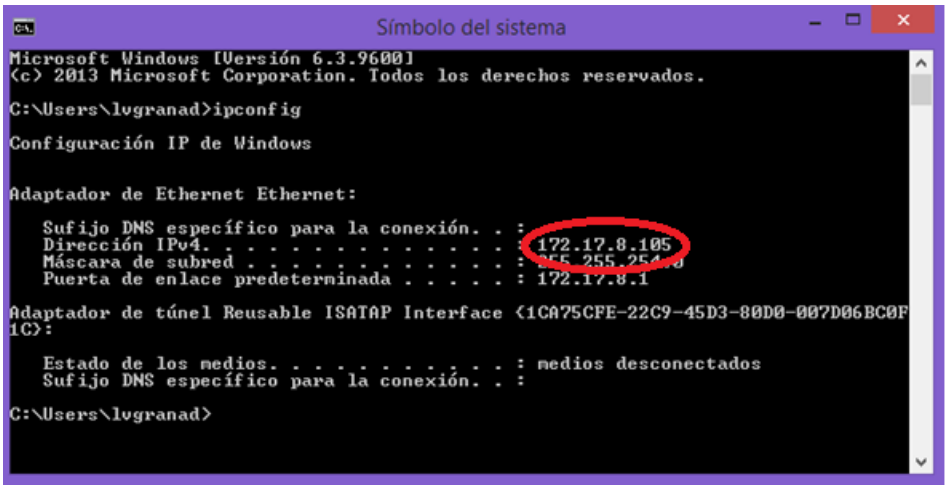
Figura 74. Configuración VPN servidor paso 12



Fuente: Autora

3.3.1.2 Configuración equipo cliente en Bogotá. Para iniciar se debe conocer la dirección IP del equipo cliente, para esto se accede a la consola de Windows o CMD, comio se muestra en la figura 75, y con el comando ipconfig, se obtiene la dirección del equipo cliente.

Figura 75. Consola CMD a manera demostrativa para lo que sería el caso del cliente

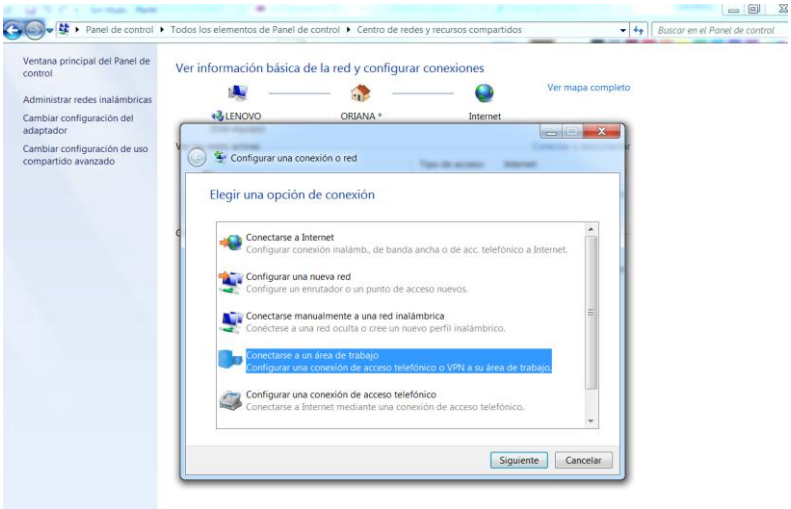


Fuente: Autora

Luego se siguen los pasos enunciados a continuación y enseñados en las figuras 76 a 79.

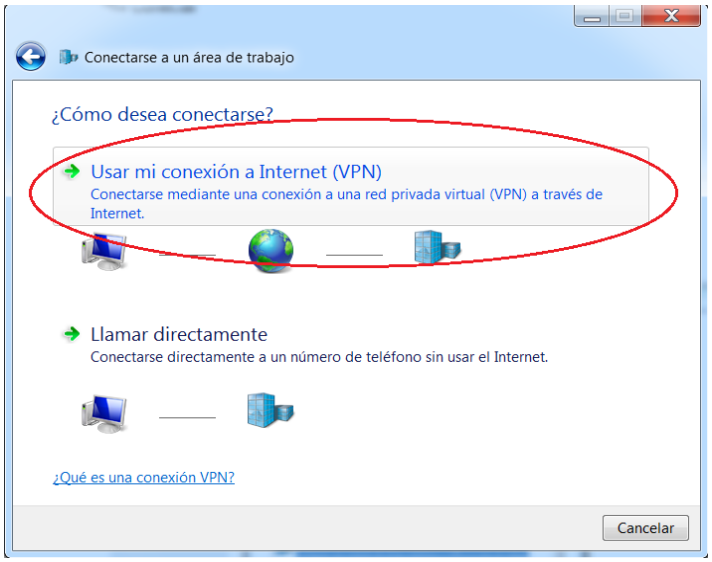
Centro de redes y recursos compartidos → Configurar nueva conexión o red → Conectarse a un área de trabajo → Crear una nueva conexión → usar mi conexión a internet (VPN) → Dirección Internet (se escribe la dirección IP del servidor) → Nombre destino: (nombre del servidor) →Nombre usuario: (Nombre asignado en el paso 2 del proceso de configuración VPN desde el servidor). → Conectar

Figura 76. Configuración VPN cliente paso 1



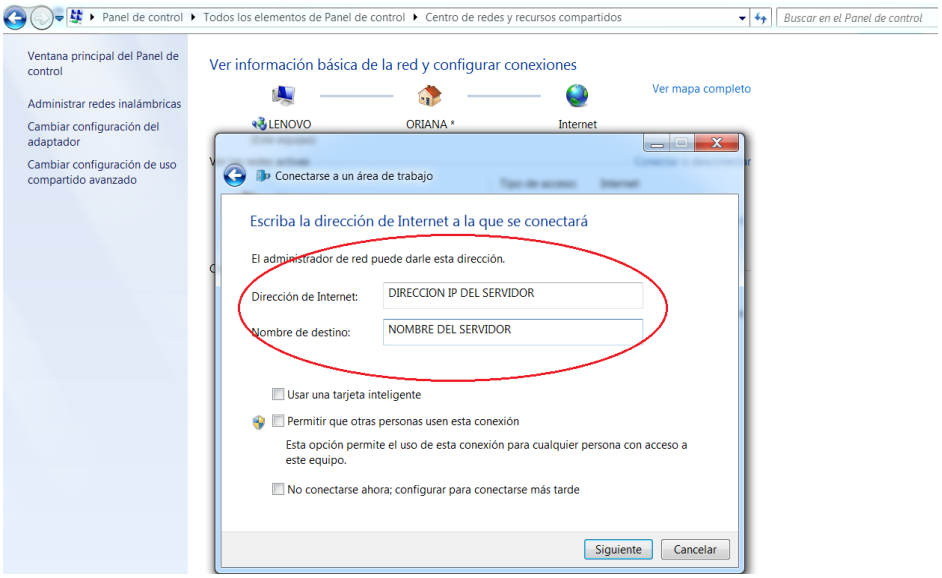
Fuente: Autora

Figura 77. Configuración VPN cliente paso 2



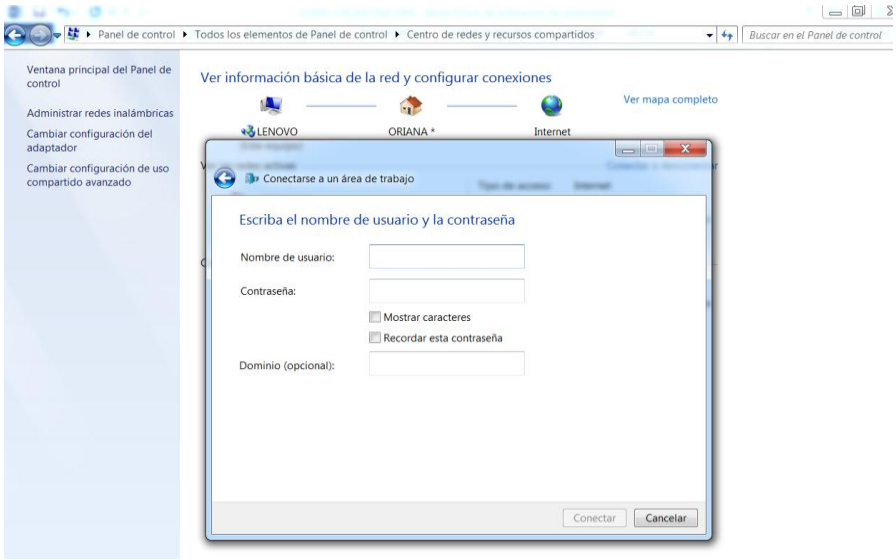
Fuente: Autora

Figura 78. Configuración VPN cliente paso 3



Fuente: Autora

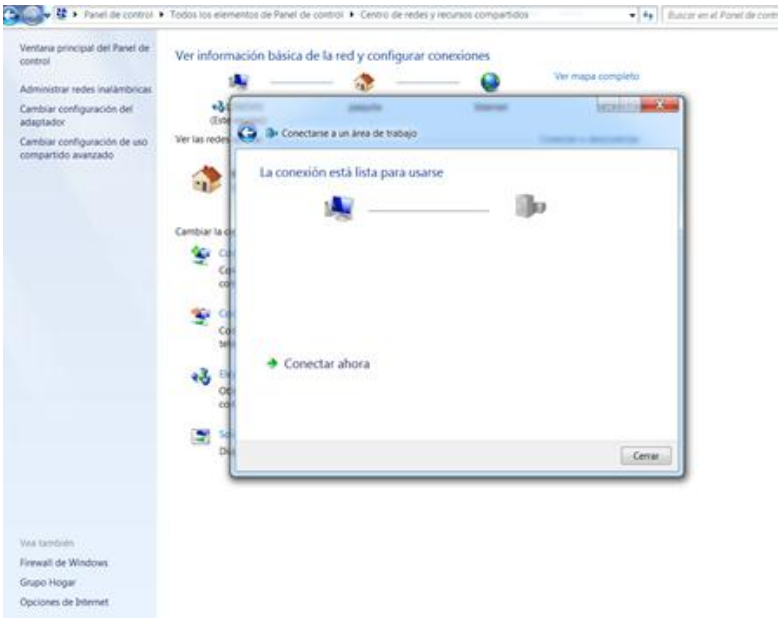
Figura 79. Configuración



Fuente: Autora

Después de este procedimiento el equipo deberá estar listo para conectarse, como se muestra en la figura 80.

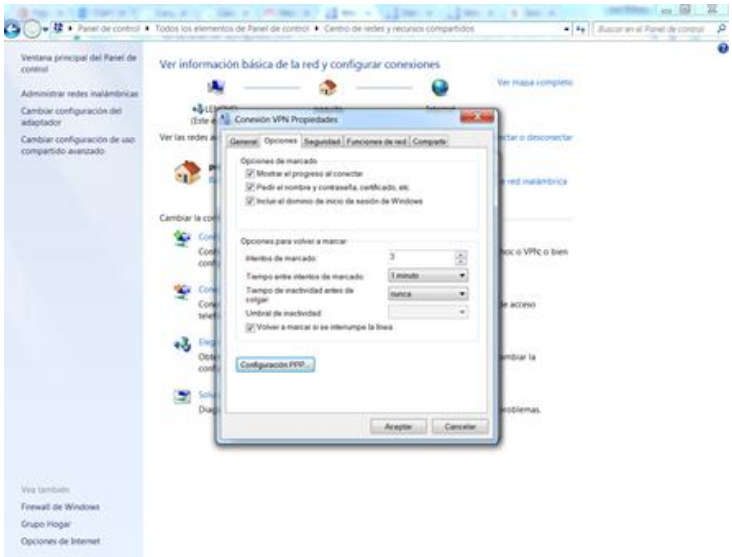
Figura 80. Configuración cliente VPN paso 5



Fuente: Autora

Luego clic derecho en conexión VPN propiedades, como se muestra en la figura 81, se podrá acceder a la ventana de configuración de la red VPN.

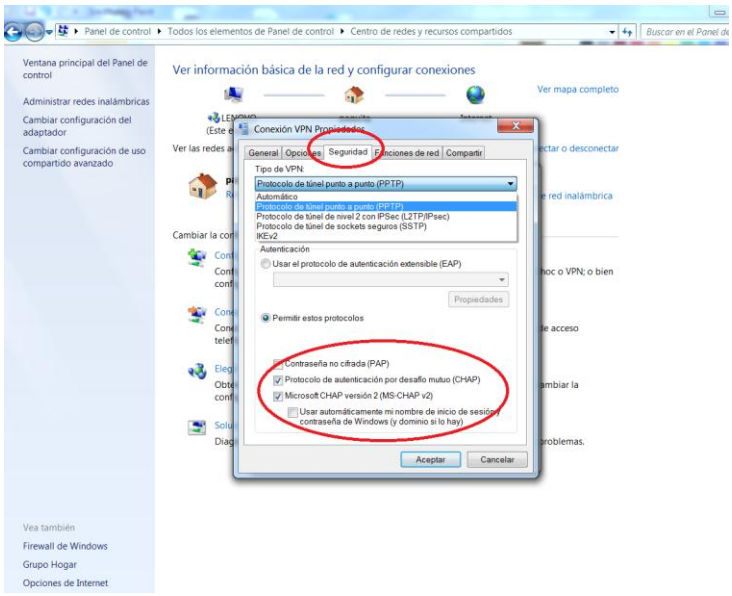
Figura 81. Configuración cliente VPN paso 6.



Fuente: Autora

Por defecto el protocolo de VPN está fijado en automático, Para este caso específicamente se deberá configurar el protocolo PPTP como se muestra en la figura 82.

Figura 82.Configuración cliente VPN paso 7.



Fuente: Autora

Nuevamente se puede volver a la consola de Windows o CMD y con el comando ipconfig se deberá apreciar que la nueva dirección IP del equipo de usuario se encuentra en el rango que se había establecido en la configuración del servidor, el servidor lo hace por medio de DHCP.

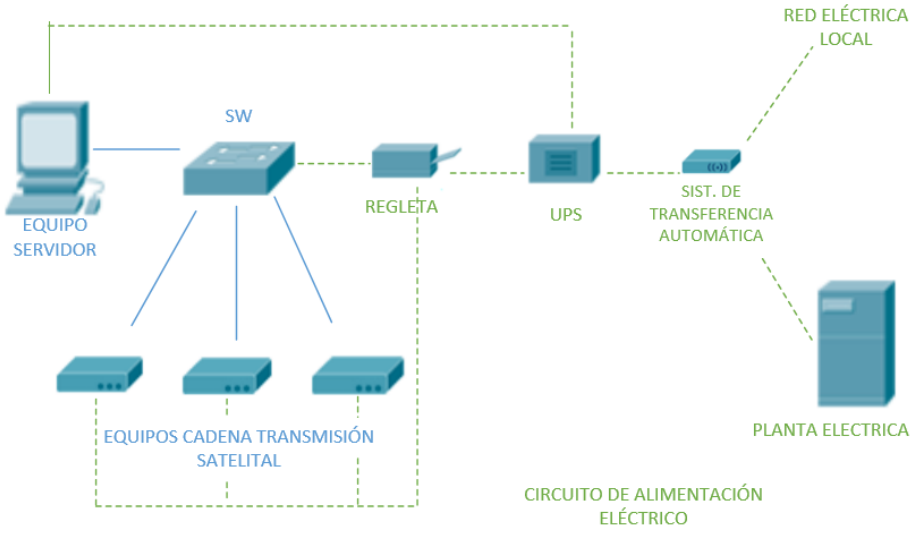
Finalmente se prueba desde el equipo servidor:

→ Panel de control → Redes e internet → Conexiones de red
En este punto deberá verse el equipo cliente conectado. En teoría se ha configurado la VPN entre el servidor VPN (Miami) y el equipo cliente (Bogotá).

3.3.1.3 Circuito de alimentación eléctrica. Pensando en la posibilidad de que uno de los equipos de la cadena de transmisión se bloquee por el tiempo indefinido que permanecerá encendido, se propone conectar los equipos de la cadena de transmisión a una regleta con puerto RJ45, que permita incluirla en la red de datos y accesarla mediante una dirección IP, esto con el fin de tener la posibilidad de reiniciar los equipos por medio de una breve interrupción de la electricidad, forzando a un reinicio total y que los equipos al encender carguen de nuevo su configuración. Esta breve interrupción afectara solo a la cadena de transmisión, sin afectar ningún otro elemento del diseño.

Como se observa en la figura 83, se propone también una unidad de poder ininterrumpida (UPS), ya que, por medio de las baterías almacenadoras de energía de este dispositivo, se puede proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado a los dispositivos que tenga conectados, además que también permite filtrar subidas y bajadas de tensión. Por ejemplo, en caso de tormenta, (fenómeno natural frecuente en el área de La Florida), una tormenta ocasiona cortes de energía en el área, lo que en nuestro caso interrumpiría el fluido eléctrico local, también se presentan sobretensión o caída de tensión que podrían llegar a dañar los equipos de la cadena de transmisión.

Figura 83. Ampliación del circuito de alimentación eléctrico



Fuente: Autora

Finalmente, se propone instalar una planta eléctrica paralela a la red eléctrica local con un sistema de transferencia automática, el cual consiste en un panel conectado entre el sistema de distribución eléctrico local y la planta eléctrica; al producirse una interrupción de electricidad de la red, el sistema de transferencia enviara una señal a la planta eléctrica que se pondrá en funcionamiento y generará la electricidad necesaria para mantener el sistema encendido; cuando se reestablezca el suministro de la red local, el sistema de transferencia bloqueara la salida de la planta eléctrica y el sistema comenzara a alimentarse de nuevo de la red eléctrica local.

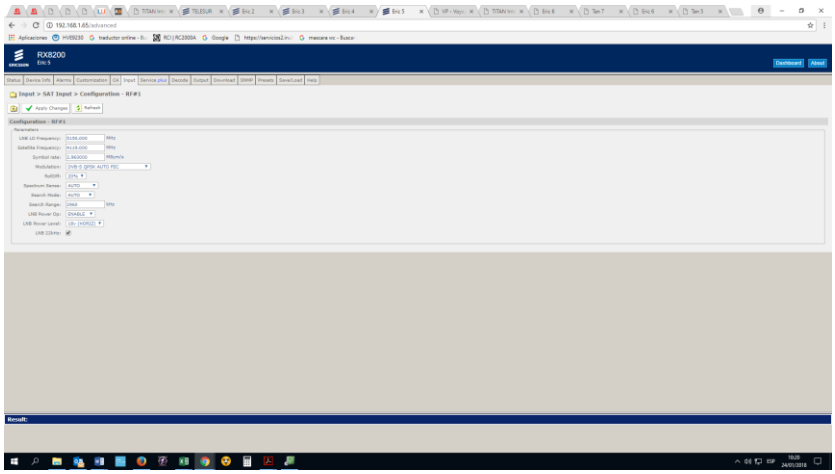
Por último, en la ciudad de Bogotá, se tiene, la antena receptora, tipo offset, de la marca Prodelin. Esta se encuentra apuntada hacia el satélite Intelsat 21, como se muestra en la figura 84, adicionalmente, contando con un decodificador satelital, se podrá recuperar la señal subida al satélite, para el caso se ha tomado como ejemplo el entorno web de un decodificador Ericsson 8200 para mostrar cómo se podría enganchar esta señal; cabe resaltar que este procedimiento puede realizarse con cualquier tipo de decodificador satelital que soporte las características de la señal mencionada.

Figura 84, Antena Receptora en Bogotá

Fuente: Autora

En la figura 85, se aprecia la página dentro del entorno web de un decodificado Ericsson 8200, donde se introducen los parámetros satélites para enganchar una determinada señal.

Figura 85. Entorno Web decodificador Ericsson 8200, pestaña introducción parámetros satelitales

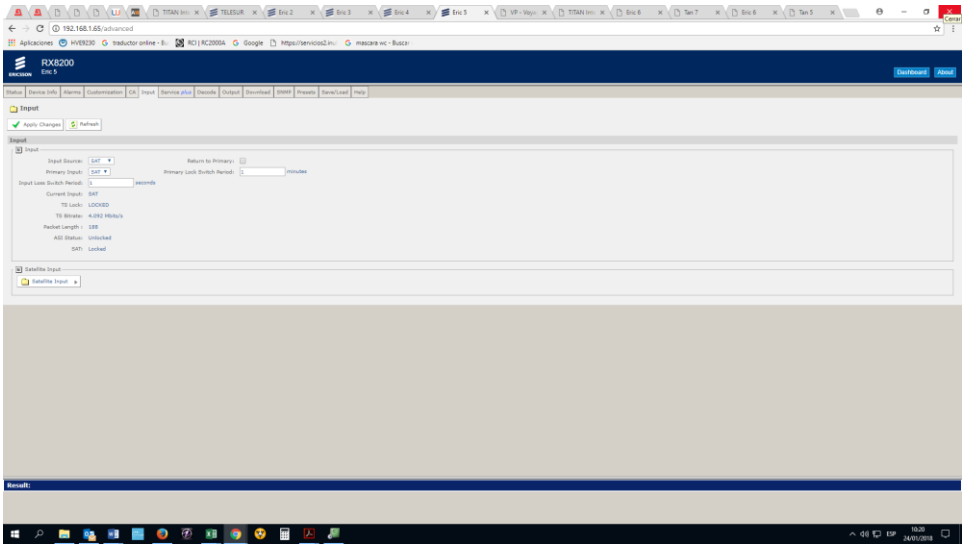


Fuente: Autora

Cuando la antena ha sido bien alineada y los parámetros se han introducido en el equipo correctamente, el decodificador mostrará que se encuentra enganchado y en algunos decodificadores mostrará también las características de la señal obtenida, por ejemplo, señal a ruido, intensidad de recepción, tipo de modulación, FEC, etc. (Figuras 86 y 87).

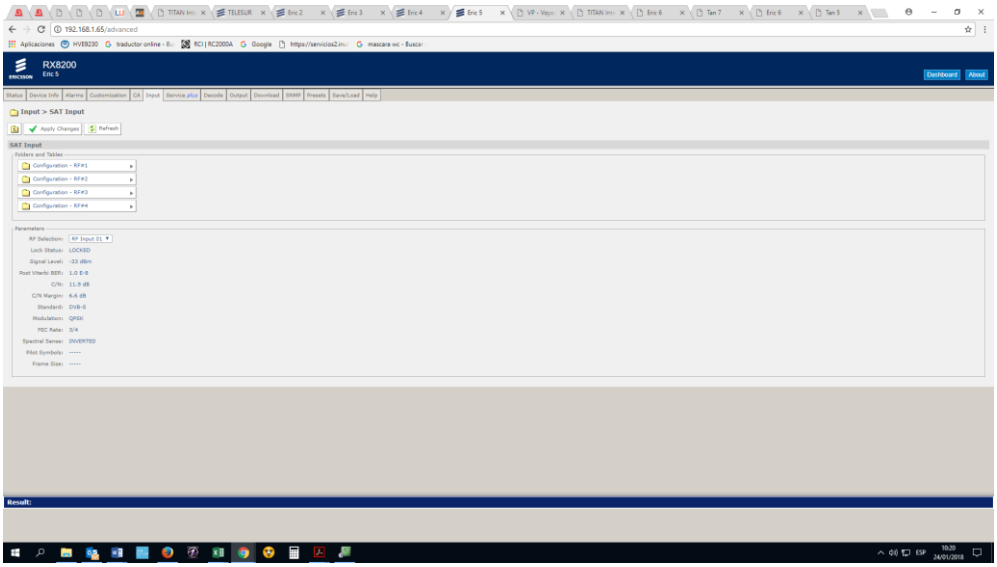
Este tipo de información varía dependiendo del tipo de decodificador utilizado, pero en términos generales el procedimiento es el mismo.

Figura 86. Entorno Web decodificador Ericsson 8200, pestaña confirmación de enganche de la señal recibida



Fuente: Autora

Figura 87. Entorno Web decodificador Ericsson 8200, pestaña características específicas de la señal recibida.



Fuente: Autora

Es en este momento que se podría afirmar que se tiene en la ciudad de Bogotá la señal requerida del satélite domestico cuya cobertura solo se extiende al norte del continente y que debió ser rebotada en la ciudad de Miami por medio de un turnaround para que fuese alcanzada.

3.4 LIMITACIONES DEL DISEÑO

Se considera en este diseño una limitación, el tiempo de funcionamiento de la planta eléctrica que depende de la cantidad de combustible que pueda contener y del tiempo de uso; en términos comerciales las plantas eléctricas están diseñadas para proporcionar una autonomía promedio de ocho (8) horas. En caso de que se utilice la planta eléctrica por mucho tiempo y el combustible se agote, se hará necesaria la presencia de personal para el abastecimiento del equipo, podría soportarse este proceso en el personal de oficios varios del edificio para dar ingreso a la empresa proveedora del combustible.

Los fenómenos naturales o situaciones de orden público, no deben ocasionar daños estructurales en las instalaciones, a tal punto que sea imposible la reubicación y apuntamiento de las antenas; Miami por su posición geográfica está muy expuesta a tormentas y huracanes en el caribe; al presentarse estos fenómenos las antenas pueden cambiar de posición debido a los fuertes vientos, pero no deben despegar la antena de su base o dañar la parábola, frente a estas circunstancias el diseño quedaría fuera de servicio hasta que fuera posible el desplazamiento de personal técnico capacitado y/o el reemplazo de las piezas dañadas.

En cuestiones de seguridad, en el enlace de datos, este diseño se ha soportado en la seguridad que brinda el firewall sobre la red privada, configurada previamente en Caracol Televisión por el área de sistemas; como se ha explicado el protocolo PPTP escogido, brinda buenas velocidades de transferencia, fácil implementación, pero menor seguridad en comparación con los otros protocolos, debido a la falta de certificados. En caso de que a futuro el enlace de datos requiera de mayor seguridad, podría implementarse la VPN con alguno de los demás protocolos mencionados en esta investigación, obteniendo los certificados digitales correspondientes de una autoridad certificadora confiable.

CONCLUSIONES

La principal ventaja de utilizar tecnología VPN, es que permite establecer una red segura de forma rápida y fácil para la gestión de quipos que geográficamente estén ubicados en puntos diferentes sin importar la distancia física.

Una antena de montura polar motorizada permite la adquisición de varias señales satelitales provenientes de distintos satélites; lo que se ve reflejado en disminución de costos y un mejor aprovechamiento del espacio físico.

Este tipo de sistemas automatizados brindarán una innegable ventaja en el momento de adquirir una señal satelital para la contribución del noticiero, ventajas reflejadas en tiempo de respuesta y costos operacionales; la desventaja que se aprecia está en el prescindir de personal humano para su operación, reflejándose esto en los índices de desempleo del sector.

La propuesta metodológica desarrollada surge de la investigación y documentación de las diferentes características y componentes de los sistemas de comunicación satelitales. Se propone como extensión de la red de área local (LAN) el uso de una VPN con protocolo PPTP.

En la actualidad los sistemas de transmisión satelital siguen siendo los de mayor cobertura, mejor calidad y estabilidad en la transmisión y por ende el de mayor costo operacional; por este último motivo se han venido desarrollando sistemas de trasmisión de televisión en vivo a través de las redes móviles las cuales brindan portabilidad y economía pero todo sujeto a la cobertura y disponibilidad de la red móvil en cada región, lo que hace que sigan siendo los sistemas de transmisión satelital, la tecnóloga estándar para los canales de Televisión.
Pero con los desarrollos a futuro que logren brindar a las redes móviles, mayor ancho de banda, cobertura y estabilidad, la brecha entre el uso de las tecnologías satelitales y móviles irá disminuyendo, además, el factor relevante de los costos intrínsecos en el montaje y mantenimiento de las redes satelitales frente a las móviles harán que la balanza se incline por esta última.

La metodología desarrollada en este trabajo cumple de manera teórica con los objetivos propuestos, en la gestión remota de los equipos destinados a la adquisición de las señales satelitales requeridas desde el centro y el norte del continente americano y con sus posteriores retransmisiones realizándose toda la operación desde las instalaciones de Caracol Televisión en la ciudad de Bogotá. Se hace uso de equipos ya adquiridos lo que permite que esta solución tenga alta viabilidad por el ahorro de dinero en inversión para nuevos equipos. Este diseño

está abierto para ser probado en escenarios similares y comprobar de manera práctica la funcionabilidad de esta metodología.

BIBLIOGRAFÍA

ANGULO, Jenny; HERNANDEZ, Jorge y MORENO, Deibis. Redes Satelitales. Ministerio de Educación Superior. Caracas Venezuela: Universidad Alejandro de Humboldt. [abril 18 del 2005]. [Consultado: marzo de 2016]. Disponible en internet: http://trabajos29/redes-satelitales/redes-satelitales.shtml#ixzz42EkYAueA

Antena Parabólica de foco primario y Offset Focalizada. [Consultado: abril 2016]. Disponible en internet: https://maam891.wordpress.com/category/antena-parabolica-de-foco-primario-y-offset-focalizada/

ARAGUZ, Ángeles. Parámetros de una antena. [2013]. [consultado: marzo 2016]. Disponible en internet: https://sites.google.com/site/equiposdeimagengmfp/1-transmision-de-television/2-antenas-de-television/parmetros-de-una-antena

BAVA, J.A; SANZ, A.J. Microondas y Recepción satelital. Editorial Hispano Americana. Buenos Aires, Argentina. Febrero de 1995. 212 p. [consultado: abril 2016].

CASTELLANO, Jenifer. Características protocolos VPN. Revista web soluciones tecnológicas. Octubre 16 de 2017. [Consultado: febrero 2018]. Disponible en internet:https://www.solvetic.com/page/noticias/s/seguridad/caracteristicas-protocolos-vpn-openvpn-sstp-l2tp-ikev2-pptp.

CISCO Systems. Cómo funcionan las redes virtuales VPN. [Consultado: Julio 2016]. Disponible en internet: http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/74/74718_how_vpn_works.pdf

HERNANDEZ M. Ignacio. La Formulación de proyectos en ciencias e ingeniería. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia. p. 133, 180 - 181. [Consultado: abril 2016].

HIGGINS, JONATHAN, Satellite Newsgathering, Editorial Focal Press, 2nd ed. Londres, Inglaterra. 2007. 453p. [Consultado: Julio 2016]

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación y referencias bibliográficas. NTC 1486, 5613, 4490 Bogotá D.C: ICONTEC. 2008.

JIMENEZ, Edgar V. Corta fuegos y seguridad en internet. Instituto Politécnico Nacional. Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica. Unidad Culhuacán. México D.F. febrero 2014. 189 p. [Consultado: Julio 2016].

MARTINEZ, Daniel. Sistema de Transferencia. Universidad Autónoma de Zacatecas. Enero 12 de 2016. [Consultado: enero 2018]. Disponible en internet: https://constructorelectrico.com/sistemas-de-transferencia/

MONACHESI, Emilio; FRENZEL, Ana María; CHAILE Guillermo; CARRASCO Agustín GOMEZ, Francisco A. Efecto de la Foresta en las Transmisiones Electromagnéticas dentro de una WLAN (LAN inalámbrica) Conceptos generales de Antenas. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Tucumán. [Consulado: mayo 2016]. Disponible en internet: http://edutecne.utn.edu.ar/wlan_frt/antenas.pdf.

MONGUET, JM°. Propuesta de diseño, guía de trabajo. Project deliverables. UPC. 2013 [Consultado: noviembre 2017]. Disponible en internet: https://alfainnovation.files.wordpress.com/2013/07/k-12-i-cell-design-proposal-20-junl-13.pdf

ROSADO Carlos. Comunicación por satélite. Principios, tecnologías y sistemas. México. Editorial Noriega. p. 2 – 46, 202 – 205.

SIEMON COMPANY. Ethernet. Protocolo de red en niveles para Aplicaciones de automatización industrial. [Consultado: Julio 2016]. Disponible en internet: https://www.siemon.com/la/white_papers/03-10-13-ethernet-ip.asp

UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. Recomendación UIT-R SNG.1421: parámetros de funcionamiento común para la interoperabilidad en la transmisión del periodismo electrónico por satélite por televisión digital. Noviembre 1999. [Consultado: Julio 2017]. Disponible en internet: www.itu.int

VALLEJO, Horacio D. Recepción de Señales vía satélite. Revista Saber Electrónica. Argentina. [Consultado: mayo 2016]. Disponible en internet: http://www.profesaulosuna.com/data/files/TELECOMUNICACIONES/SATELITAL/inanten.pdf

ANEXOS

Anexo A:

RC2000A DUAL AXIS

ANTENNA CONTROLLER

V 2.30 / 2.31

SEE APPENDIX I FOR UPGRADED FEATURES FOUND IN SOFTWARE VERSIONS 2.6 AND LATER.

RESEARCH CONCEPTS, INC.

WWW.RESEARCHCONCEPTS.COM

Support@ResearchConcepts.com

Anexo B

UC-IRD+ MULTI-MODE RECEIVER / DECODER
USER MANUAL
UPCOM TECHNOLOGIES INC.
http://www.upcom.com/manuals/IRD/UC-IRD+%20User%20Manual.pdf

Anexo C

SOFTWARE SnmpNMS2.5.3 .exe

http://www.upcom.com/software/SnmpNMS2.5.3

Anexo D

UC-450E+ MPEG-4 HD/SD Encoder

User Manual
Versión: 07302012-01

http://www.upcom.com/manuals/Encoders/UC-450E+%20Encoder%20User%20Manual.pdf

Anexo E

UC-250L2 BISS DVB-S2 Modulator

User’s Manual

Versión: 2.0

http://www.upcom.com/manuals/Modulator/UC-250L2%20BISS%20DVB-S2%20Modulator%20User%20Manual.pdf