

ESTUDIO TÉCNICO DE UNA EMISORA RADIAL EN FM SIN ÁNIMO DE LUCRO
PARA LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS BOGOTÁ.

CAMILO ANDRES PIÑEROS PEREZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PROYECTO DE GRADO
BOGOTÁ D.C.
2016

ESTUDIO TÉCNICO DE UNA EMISORA RADIAL EN FM SIN ÁNIMO DE LUCRO
PARA LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS BOGOTÁ.

PRESENTADO POR:
CAMILO ANDRES PIÑEROS PEREZ

PRESENTADO A:
COMITÉ DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR DE PROYECTO
ING. MARCO ANTONIO VEGA TORRES

PROYECTO DE GRADO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PROYECTO DE GRADO
BOGOTÁ D.C.
2016

Autoridades de la universidad

RECTOR GENERAL

R.P. FRAY JUAN UBALDO LÓPEZ SALAMANCA, O.P.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO GENERAL

R.P. FRAY DIEGO ORLANDO SERNA SALAZAR, O.P.

VICERRECTOR ACADÉMICO GENERAL

R.P. FRAY ERICO JUAN MACCHI CÉSPEDES, O.P.

SECRETARIO GENERAL

Dr. HECTOR FABIO JARAMILLO SANTAMARIA.

DECANO DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

R.P. PEDRO JOSE DIAZ CAMACHO, O.P.

SECRETARIA DE DIVISIÓN

E.C. MYRIAM GÓMEZ COLMENARES.

DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ING. EDGAR JAVIER BARAJAS HERRERA.

Nota de aceptación:

Firma del tutor
Marco Antonio Vega Torres

Firma del jurado

Firma del jurado

ADVERTENCIA

La Universidad Santo Tomás no se hace responsable de las opiniones y conceptos expresados por los autores en el trabajo de grado, solo velará por qué no se publique nada contrario al dogma ni a la moral católica y porque el trabajo no tenga ataques personales y únicamente se vea el anhelo de buscar la verdad científica.

Capítulo III –Art. 46 del Reglamento de la Universidad Santo Tomás.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de grado a DIOS y a la Virgen María, quienes inspiraron mi espíritu para la conclusión de este capítulo en mi vida. A mi familia, mi papá Roberto, mi mamá Lili, mi hermanito Grandulón, quienes con una lucha insaciable están haciendo que este persona quien soy yo tenga un buen futuro, a pesar de cualquier adversidad que tuvimos, se que fue por mi formación y los quiero mucho gracias a mi familia, mis abuelos mamá Isabel y papá Rogelio, mamá Ruca y papá Roberto Viejo, mi tío Carlos, mi tío N, mi tío Richi, mi tía Yadi y mi tío Toño, por ser mí apoyo y ejemplo, por enseñarme que el esfuerzo y constancia son partes fundamentales para ser una mejor persona y sobre todo porque no perdieron la fe en mí, sobran las palabras cuando se trata de mi familia es ese grupo de personas que me hacen sentir especial que no puedes dejar de preguntar por ellos y que ellos con todo su cariño te hacen sentir tan grande e importante en sus vidas. Familia Gracias.

AGRACEDIMIENTOS

En agradecimiento a la Universidad Santo Tomás por permitirme la formación integral adquirida, en especial al tutor Ingeniero Marco Antonio Vega Torres por ese apoyo incondicional quien sin su ayuda este proyecto jamás si hubiese podido finalizar. De la misma forma, al docente de humanidades Andrea Buitrago Rojas por compartir conmigo su experiencia para la fundamentación humanística y contribuir con su tiempo a la culminación de este proceso.

Mis profesores Javier Mojica por darme esa enseñanza de vida de nunca rendirme y siempre darle la cara a todos los problemas que surgieron en el camino, siento que más que un profesor que ha marcado mi vida, Angélica Salazar quien daba todo para que nosotros como estudiantes tuviéramos un trato digno frente a los directivos, y defender mi caso en varias ocasiones gracias por confiar en mí y darme ese ánimo que fue el motor de alivio para seguir adelante .Para todos los profesores que cruzamos en esta vida de formación, muchas veces los aportes de los maestros son grandiosos, y en diversas ocasiones son menospreciados. Es algo entristecedor, pues se necesita tener valor, un buen repertorio de conocimientos, y una gran iniciativa para ponerse en el papel de un profesor.

A mis amigos Camilo Silva por ser esa compañía incondicional y siempre estar conmigo en todos los momentos buenos y malos, Brandon Forero con nuestra famosa frase celebre en todos los momentos “usted que haría si ...” , Cesar León con esas risas y esas canas que le logramos sacar a nuestros padres con nuestras travesuras, Juan Felipe a pesar que eres uno de mis amigos más nuevos te estimo mucho y todos esos momentos en bici y en otros lugares donde nuestras risas fueron el sonido de aquellas calles, gracias por ser parte importante y un gran apoyo en todo este transcurso tan importante como lo fue la universidad con todos esos momentos que se volvieron únicos y que me llevare en mi corazón para que así en algún futuro nos sentemos y nos riamos de tantas cosas que dijimos e hicimos. Tengo tanto que agradecerle a cada uno de ustedes, quiero que sepan que siempre estarán en mis memorias, Hoy después de tanto tiempo puedo decirles lo mucho que los quiero y que esta faceta de la universidad es solo pasajera por que confió en DIOS que nuestra amistad será hasta siempre.

INDICE

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2.2.1. Facilitar la posibilidad con este estudio técnico e una frecuencia local sin ánimo de lucro para la USTA.....	13
2.2.2. Simular la propagación de la onda en Bogotá.....	13
2.2.3. Cotizar los equipos y accesorios de transmisión.....	13
2.2.4. Mostrar la línea de vista de la sede principal a los sitios de transmisión y a las otras sedes de la universidad.	13
2.2.5. Posicionar a la USTA como una red radial a nivel nacional.	13
3. JUSTIFICACIÓN	14
4. MARCO TEÓRICO	15
4.1. ESTADO DEL ARTE	¡Error! Marcador no definido.
5. FACTIBILIDAD.....	18
6. COTIZACIÓN	19
6.1. MICROONDAS	21
7. CARACTERÍSTICAS DE LA EMISORA	22
8. DETERMINAR LA ALTURA DE LA ANTENA	23
8.1. SEPARACIÓN DE ELEMENTOS EN LAS TORRES	23
8.2. LONGITUD DE LA ANTENA.....	24
8.3. POTENCIA RADIADA APARENTE.....	26
8.4. LA POTENCIA CON QUE SE OPERARÁ EL TRANSMISOR	27
8.5. AZIMUT RADIALES	29
9. SIMULACIÓN DEL SISTEMA EN EL SOFTWARE RADIOMOBILE.....	31
10. UBICACIÓN DEL SISTEMA TRANSMISOR POR MICROONDAS.....	45
10.1. GANANCIA DEL SISTEMA.....	46
10.2. PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE.	47

10.3.	MARGEN DE DESVANECIMIENTO	48
10.4.	UMBRAL DEL RECEPTOR	49
11.	ENLACE SATELITAL	51
11.1.	AZIMUTH.....	52
11.2.	VARIABLE DE ÁNGULO DE ELEVACIÓN.	53
11.3.	ELEVACIÓN	53
11.4.	DISTANCIA REAL.....	54
11.5.	ATENUACIÓN DEL ESPACIO LIBRE	54
12.	MATERIALES	57
12.1.	METODOLOGÍA.....	57
12.2.	LIMITACIONES	58
13.	CRONOGRAMA.....	57
13.1.	PRESUPUESTO.....	59
14.	CONCLUSIONES.....	60
15.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
16.	GLOSARIO	64
17.	ANEXOS	67
17.1.	ANEXOS 1.....	67
17.2.	ANEXOS 2.....	71
17.3.	ANEXOS 3.....	73
17.4.	ANEXOS 4.....	74
17.5.	ANEXOS 5.....	77
17.6.	ANEXOS 6.....	79
17.7.	ANEXOS 7	81
17.8.	ANEXOS 8.....	82
17.9.	ANEXOS 9.....	83

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

propuesta relevante que permitió dar visibilidad a los procesos académicos, investigativos y de proyección social. En la actualidad la Universidad cuenta con escenarios radiales, como son: estudios, equipos de edición, producción y transmisión IP; donde se transmiten las 24 horas, los 7 días de la semana la producción radial académica. Integra en su programación el trabajo de 14 facultades, cuatro áreas asociadas y tres convenios que dan origen a 46 programas radiales. Una muestra es ElectroHertz que es el programa emitido por la facultad de ingeniería Electrónica, dentro de los cuales existe participación de estudiantes, docentes y administrativos.

Continuar posicionando a la Universidad Santo Tomás en escala a nivel nacional e internacional desde la elaboración e integración de proyectos entre diversas facultades, como es el caso Comunicación Social para la Paz e Ingeniería de Telecomunicaciones e Ingeniería Electrónica, es una de las prioridades que tiene la Universidad. Se observó que la emisora de Bogotá está sólo transmitida por vía IP, lo que motivó al desarrollo de este proyecto de grado a elaborar el diseño radial por frecuencia modulada (FM) para transmitir a toda Bogotá.

En la sede USTA Bucaramanga a partir del mes de marzo se empezó a transmitir la emisora como una estación local, este precedente es un ejemplo a seguir en Bogotá, ya que con la reciente certificación multicampus consolidada por el Ministerio Nacional de Educación, la extensión de las políticas educativas, como es la emisora, deberá manifestarse en la totalidad de las sedes de la institución educativa, añadiendo un plus de competencia con la transmisión radial.

La doctora Clarisa Chaves Solano¹ enfatizó en días pasados que uno de los grandes problemas que ellos tienen es la ausencia de publicidad en la comunidad tomasina. La existencia de una emisora IP que sólo es transmitida vía internet tiene una acogida mínima, ya que la población bogotana no cuenta con internet de manera permanente, y menos para entrar a una página para escuchar la radio Tomasina. Otras emisoras universitarias radiadas a nivel Bogotá son la Universidad Javeriana, Universidad Nacional, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Fundación Universitaria INPAHU, Universidad Distrital Francisco José de Caldas/Alcaldía Mayor de Bogotá, lo que permite ver la existencia de una desventaja.

¹ Directora de la emisora de la USTA-BOGOTÁ.

Por lo anterior es necesario y relevante plantearse la siguiente pregunta, con el fin de generar una propuesta que permita eliminar la desventaja competitiva: ¿Cuál es el diseño radial que requiere la emisora de la Universidad Santo Tomás para tener un campo de emisión en frecuencia modulada (F.M) sin ánimo de lucro?

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar desde la ingeniería electrónica el diseño radial que requiere la emisora de la USTA para tener un campo de emisión en frecuencia modulada (F.M), sin ánimo de lucro.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1. Elaborar estudio técnico con frecuencia local sin ánimo de lucro para la USTA Bogotá.

2.2.2. Simular la propagación de la onda en Bogotá.

2.2.3. Cotizar los equipos y accesorios de transmisión.

2.2.4. Mostrar la línea de vista de la sede principal a los sitios de transmisión y a las otras sedes de la universidad.

2.2.5. Posicionar a la USTA como una red radial a nivel nacional.

3. JUSTIFICACIÓN

Dado lo anterior es necesario crear la emisora radial, ya que permite postular la participación de la Universidad a niveles más altos de competencia y con mejores estándares de visibilidad e impacto social. La USTA Colombia es una entidad multicampus que debe reflejarse en todas las otras universidades para generar procesos de intercambio del conocimiento teórico y práctico en el diálogo de los problemas que acontecen en nuestra sociedad.

Fomentar la futura creación de nuevos programas académicos, culturales y artísticos como es una facultad de Cine y Televisión puede ser uno de los resultados de la consolidación de una emisora radial.

Los medios masivos de comunicación mundialmente tienen la posibilidad de ser predominantes en decisiones tan importantes e influyentes para el bienestar de sus ciudadanos, es por esto que la USTA, por su naturaleza multicampus debe tener mayor injerencia en aspectos relevantes del país y una buena forma de mostrar sus puntos de visitar sería llegar a la mayor cantidad de personas.

En la actividad, la emisora virtual carece de oyentes por las costumbres culturales y tecnológicas ya que aún no se tiene la disciplina y cobertura para llegar a toda la población. Por esto se debe fomentar y poner a la vanguardia como otras instituciones en Bogotá y poder tener una propia emisora radial

4. MARCO TEÓRICO

4.1. ESTADO DEL ARTE

En este apartado se presenta de manera general el origen de la radio, la llegada a Colombia y su desarrollo en los espacios educativos, a fin de mostrar el desarrollo, la importancia y el impacto de la radio en la educación.

La radio tuvo su origen en 1898, cuando se envió por primera vez un mensaje aéreo por el físico italiano Guillermo Marconi, invención que permitió la creación del teléfono, la radio y la televisión. No hace mucho tiempo atrás, un siglo y medio, aun estábamos limitados por la telegrafía, y en la actualidad en la sociedad de las tecnologías y la información, donde se verifica la importancia de los medios de comunicación.²

Con el descubrimiento de la radio llegaron más invenciones, como fue el caso del ruso Popov, quien ante una conferencia con respetados científicos de la Universidad de San Petersburgo expuso su creación: un receptor de ondas para registrar las tormentas eléctricas. Sin embargo, el italiano días después de la demostración del ruso probó la transmisión de señales inteligibles, hecho que dio lugar a un litigio con los rusos quienes manifestaban que Popov era el verdadero creador. Hasta la fecha se le ha mantenido el reconocimiento de la patente al italiano, a pesar de la disputa.³

Las primeras emisoras que tuvieron lugar en el año de 1912, con la acogida de las señales de radio, fueron de uso marítimo y terrestre. Se afirma que la necesidad de su creación y la obligatoriedad de la implementación se generó con el accidente del Titanic, el 12 de abril de 1912.

²Kotsias (2011) Notas para advertir, entretener y relacionar lo nuevo con lo viejo, sin un análisis detallado ni opinión formada. Medicina. Buenos Aires Vol 71 No.3

³ Biografiasyvidas.com. (2016). *Biografía de Guglielmo Marconi*. [online] Available at: <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/marconi.htm>.

En Colombia se introdujo la radio con el presidente Miguel Abadía Méndez en 1929, la primera emisora fue HJN. Cuando la empresa inglesa Marconi Wireless Co. llegó a Colombia para prestar el servicio y mejorar las redes de comunicación, quien tuvo dificultades por la geografía del país, los cuales solucionó con el tiempo, ubicándose como un monopolio durante veinte años.

EL presidente Miguel Abadía Méndez, inauguró la primera radiodifusora del país, la HJN el 7 de agosto de 1929. Al poco tiempo apareció la primera estación privada con un pequeño equipo de 15W. La cual se llamó HKD, cuyo nombre que la reconoceremos es “La Voz de Barranquilla”.

La primera emisora comercial nació en 1931 y se llamó HKF, que generó posteriores emisoras comerciales, las cuales fueron dirigidas por una única persona, que debía operar y vigilar los posibles efectos de transmisión radial.

En la educación, la primera emisora colombiana se ubicó en el Colegio Gimnasio Moderno de Bogotá, que en los años noventa tuvo por propósito que el estudiantado se fuera introduciendo en el ambiente de las comunicaciones. Esta emisora se usaba en las horas de descanso para promocionar los diferentes acontecimientos culturales y entretenimiento que se realizaba a lo largo del año escolar⁴.

Ahora bien, viendo las emisoras universitarias, y de educación básica y media tienen a su cargo la transmisión de programas de interés cultural, sin ninguna finalidad de lucro, con el objeto de difundir la cultura, la ciencia y la educación, donde es un peldaño para la investigación científica y tecnológica. Con la emisora se apoya y difunde los proyectos del *Artículo 60. Fines del Servicio, de la Resolución Número 00415 de 13 abril de 2010 emitida por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*.⁵

En la actualidad, la USTA-BOGOTÁ cuenta con la emisora llamada Escenario Radio, que es un espacio donde la radio y tv online permite la recreación y la experiencia simulando la realidad material. La emisora consta con el apoyo de 14

⁴ Banrepcultural.org. (2016). *La radio en Colombia - historia* | *banrepcultural.org*. [online] Available at: http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/comunicacion/la_radio_en_colombia.

⁵ *(Red de Radio Universitaria de Colombia)*. [online] Available at: <https://sites.google.com/a/radiouniversitaria.org/rruc/>.

facultades, que dan origen a 46 programas radiales, dentro de los cuales hay participación de estudiantes, docentes y administrativos. Cuentan con el apoyo incondicional de un grupo de estudiantes de la Facultad de Comunicación Social, quienes ayudan en el control del máster de varios programas, en otras tareas relacionadas con el quehacer de la emisora y, como es el caso de brindar asesoría de los programas y demás ítems que se pueda ocurrir en estos programas⁶.

Consultando con la Directora Clarisa Chaves Solano (2016) se hizo una pequeña encuesta preguntando. ¿Cuál era el motivo por el cual la Universidad Santo Tomás aún no había constituido la radiación de la emisora?, propagando a toda Bogotá lo cual ella respondió – que no le gustaría tener la competencia de otras Universidades a nivel Bogotá – ya que ella dice que esta emisora fue consolidada sólo para la práctica de los estudiantes en radio y emisión de los programas ya estipulados en los contenidos de la facultad de Comunicación Social. No obstante, uno de los operadores de la emisora (otro estudiante) manifestó que es por motivos económicos que la universidad no los desea apoyar.

⁶ Escenario.usta.edu.co. (2016). *Quienes Somos / Escenario*. [online] Available at: <http://escenario.usta.edu.co/quienes-somos/>.

5. FACTIBILIDAD

La factibilidad del proyecto está asegurada por cuanto se tienen los conocimientos necesarios en el contexto disciplinar de ingeniería electrónica adquiridos en el transcurso de la carrera, así mismo se cuenta con el apoyo del Ing. Marco Vega, para el desarrollo del proyecto. Es menester añadir que la Universidad cuenta con estudios y transmisión vía IP lo que garantiza la ausencia de inversión económica en relación con los equipos de edición y producción, por esta razón se considera que el gasto económico se generaría únicamente para los equipos de transmisión.

6. COTIZACIÓN

Proveedor	Ítem	Descripción	Qty	Precio (en dólares)
BroadcastDepot Italia	Tx 10Kss/20s41	RVR TX10KSS/20S41 10.5 KW HOTSWAP PLUG IN SOLID STATE TRANSMITTER 1 EA \$ 49,990.00 FEATURES: - HOT- PLUGGABLE AND BROADBAND POWER AMPLIFIER MODULES - EACH POWER MODULE WITH AUTOMATIC POWER CONTROL - EACH POWER MODULE BUILT-IN IPA GIVEN MORE REDUNDANCY - MAXIMUM REDUNDANCY AND EFFICIENCY - REMOTELY CONTROLLABLE BY TELEMETRY SYSTEM - OPERATION IN HIGH RF VICINITY PROTECTED AS PER ETS-300447 - PROTECTION VSWR, OVER DRIVE, OVER CURRENT AND OVER TEMPERATURE. - PJ10KPS-CA 2.2 KW PLUG IN AMPLIFIER (5 MODULES) - PTX30LCD FULL DIGITAL EXCITER – W 967 LBS D 82 X 33 X 49	1	\$49.990.00
BroadcastDepot USA	X10KSS/N12V	RVR TX10KSS/N12V 10 KW LIQUID COOLED BARRACUDA SOLID STATE FM TRANSMITTER INCLUDES :	1	\$ 48,024.15

		- 2 PTX30LCD/S 30 W FM EXCITER WITH CHANGE OVER SYSTEM BUILT-IN . - PJ10000M-CH 10 KW INCLUDES 2 P5000M-CH 5 KW FM AMPL . - 24 HE RACK 0715		
BroadcastDe pot USA	AJ3716	RVR AJ3716 DIRECTIVE 3 ELEMENT BROADBAND STAINLESS STEEL GAIN 4.5 DBD INPUT CONNECTOR 7/16 UP TO 2 KW 0113	6	\$ 4,235.22
BroadcastDe pot USA	COAX6716716 12	COAXIAL CABLE 1/2 9 MT WITH 7/16 CONNE	6	\$ 1,080.00
BroadcastDe pot USA	SCM11SL4/V2	RVR SCML-1+1SL4/V2 AUTOM. CHANGEOVER UNT	1	\$ 921.30
BroadcastDe pot USA	Total			\$ 49,359.57

6.1. MICROONDAS

Proveedor	Ítem	Descripción	Qty	Precio (en dólares)
WOLF BROADCAST	WLT/WLR	Radi En lace marca WOLF BROADCAST., Sintetizado con trolado por microprocesador en la banda de 300 Mhz, de 10 Vatios en pasos de 20 Mhz, compuesto de un transmisor Modelo WLT y receptor, Modelo WLR con entradas de audio Mono y Stéreo MPX y 2 subcarriers (SCA), partida remota, potencia regulable de 0 a 10 W., Voltaje de operación 110/220 VAC, 60 Hz	1	\$ 5000.00
SAM 336	YC300/400	Antena YAGUI de 6 elementos, ganancia 7dB	2	\$ 426.00
WOLF BROADCAST	FLC12-50J	Mts de Cable Heliax de 1/2" Foam marca CABLEWAVE.	30	\$ 343.00
WOLF BROADCAST	738802	Conectores Marca CABLEWAVE para cable de 1/2" tipo N	4	\$ 140.00
WOLF BROADCAST	Total			\$ 5909.00

7. CARACTERÍSTICAS DE LA EMISORA

NOMBRE:	“Escenario Radio”
Ciudad:	Bogotá
Frecuencia:	103.4 MHz ⁷ , canal 154
Potencia efectiva radiada:	10.000 VATIOS
Canal:	154

- a. Ubicación estudios: sede USTA pastoral de la calle 62 con 1
- b. Ubicación del transmisor y sistema transmisor: Latitud 4.646804° y
con longitud -74.054633°

⁷ PDF, Plan técnico rdsfm, febrero de 2005, Pag 65

8. DETERMINAR LA ALTURA DE LA ANTENA

La antena estará ubicada en la localidad de chapinero en las coordenadas Latitud 4.646804° y con longitud -74.054633° según el programa de posicionamiento global gratuito Google Earth en donde se aterrizarán estas coordenadas ya mencionadas.

La altura del lugar donde estará ubicada la antena de radiación es: m.s.n.m= 2651.85 m , la torre consta de 12 metros sobre el nivel de m.s.n.m de Bogotá la longitud total en metros del arreglo de 3 elementos unitarios apilados verticalmente, está dada por las siguientes fórmulas.

8.1. SEPARACIÓN DE ELEMENTOS EN LAS TORRES

$$D = 0.75 * \lambda$$

$$D = 0.75 * \frac{C}{F}$$

Siendo c la velocidad de la luz que la tomaremos como $299'792.458\text{ (m/s)}$ y F es la frecuencia escogida para la emisora que es 103.4 MHz .

$$D = 0.75 * \frac{299792.458}{103400}$$

$$D = 2.17\text{m}$$

Esto significa que las distancias de cada 2.174 m estarán separados los elementos de radiación.

8.2. LONGITUD DE LA ANTENA

$$La = D * (\text{Número de elementos} - 1)$$

$$La = 2.174 * (3 - 1)$$

$$La = 4.35 \text{ m}$$

Por lo tanto, para esta antena en su frecuencia de operación de 103.4 MG, la longitud es de 4.35 metros.

El punto medio de la antena se considera el centro de radiación para el cálculo de la altura del sistema de irradiación es:

$$\frac{La}{2} = 2.17 \text{ m}$$

Altura de la antena sobre el nivel del mar para el centro de radiación de la antena (Hsi) que es instalará:

$$Hsi = h.s.n.m. + H_{torre} - \frac{La}{2}$$

$$Hsi = 2642 + 12 - 2.174$$

$$H_{si} = 2651.85 \text{ m}$$

Bogotá, según el Mintic está a 2600⁸ metros sobre el nivel del mar, distancia que debe ser tomada en cuenta para determinar la altura sobre el nivel del mar del centro de radiación de la antena, el área que nos corresponde será el área 4 ya que el punto de emisión de la emisora, estará ubicada en la localidad de chapinero en donde la altura máxima permitida será de 2567 metros sobre el nivel del mar esto nos da un margen 33 metros en el área de chapinero.

Canal de la frecuencia 103.4 corresponde al canal 154 se hace esta escogencia porque las próximas frecuencias liberadas serán las de Bogotá, ya que el este espectro es arrendado, porque es un recurso finito.

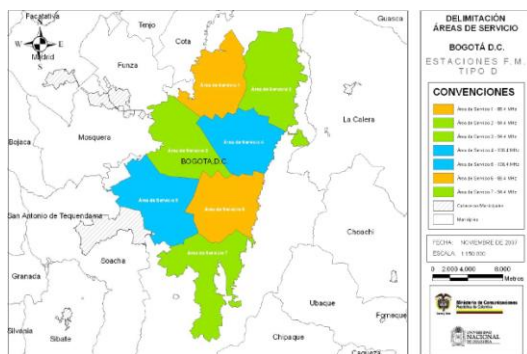


Figura1. Delimitación de aéreas de uso en F.M⁹

⁸ PDF, Plan técnico rdsfm, febrero de 2005, Pag 31

⁹dxdesdecolumbia.blogspot.com.co. (2016). *ESCUCHANDO A COLOMBIA Y EL MUNDO: Emisoras comunitarias de Bogotá en F.M.* [online] Available at: <http://dxdesdecolumbia.blogspot.com.co/2010/11/emisoras-comunitarias-de-bogota-en-fm.html>.

8.3. POTENCIA RADIADA APARENTE

Para el cálculo de la potencia radiada aparente se tuvo en cuenta la potencia de salida del transmisor, las pérdidas ocasionadas por la línea de transmisión, conectores, reductores, acoplador direccional y filtro de armónicas, la potencia reflejada y la ganancia de antena.

Las características de los fabricantes y posibles contratos que cuando se desee realizar este proyecto se tendrán que tener en cuenta. Las pérdidas producidas por los elementos entre transmisor y antena se discriminan en la forma siguiente forma: Se utilizará como línea de transmisión el transmisor y el sistema de radiación alimentado en el centro, cable coaxial marca AVA7-50 del proveedor Commscope de 1 5/8 de pulgada y de 30 metros de longitud, cuya atenuación a la frecuencia de operación de 103.4 MHz es de 0.657 dB/100 metros, por lo cual para esa longitud se tuvo una pérdida (AI) de:

$$AI = \text{Atenuacion (dB)} * \text{longitud (m)}$$

$$AI = 0.657(\text{dB}) * 30 (\text{m}) = 19.71 \text{ dB}$$

Se debe tener en cuenta las indicaciones del fabricante de conversión a 100 metros:

$$AI = \frac{19.71}{100} = 0.20 \text{ dB}$$

Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100 m)	Attenuation (dB/100 ft)	Average Power (kW)
103.4	0.657	0.2	11.06

Figura2. Vemos las características del fabricante¹⁰

Los conectores y reductores son marca Commscope que producen unas pérdidas totales (A_c) de:

$$A_c = 0.50 \text{ dB}$$

Las pérdidas de acoplamiento¹¹ direccional y al filtro de armónicas (A_a), que es la terminal entre el cable y el acoplador datos de Commscope son:

$$A_a = 0.22 \text{ dB}$$

8.4. LA POTENCIA CON QUE SE OPERARÁ EL TRANSMISOR

$$P_t = 10 \log \text{potencia del transmisor}$$

$$P_t = 10 \log 10000$$

$$P_t = 40 \text{ dB}$$

Conector en rfparts AL7E158-PS cable AVA7-50 y AL7-50



Figura3. Conector AVA7-50¹²

¹⁰Es.commscope.com. (2016). [online] Available at:

http://es.commscope.com/catalog/wireless/product_details.aspx?id=1309.

¹¹TOMASI, Sistemas de comunicaciones electrónicas, cuarta edición página 449

¹²Es.commscope.com. (2016). [online] Available at:

http://es.commscope.com/catalog/wireless/product_details.aspx?id=16271.

Con los datos ya expuestos podemos mostrar la potencia incidente, con que se excita la antena que es igual a la potencia del transmisor menos las pérdidas:

$$\begin{aligned}
 P_i &= P_t - A_l - A_c - A_a \\
 P_i &= 40 \text{ dB} - 0.1971 \text{ dB} - 0.5 \text{ dB} - 0.22 \text{ dB} \\
 P_i &= 39.083 \\
 P_i &= \text{AntLog}\left(\frac{39.083}{10}\right) \\
 P_i &= 10^{\left(\frac{39.083}{10}\right)} \\
 P_i &= 8096.54 \text{ W}
 \end{aligned}$$

La potencia reflejada (P_r) se halla con base en la potencia incidente y un VSWR (Voltage Standing Wave Ratio, Relación de Onda estacionaria) 1.4 según catálogo, es:

$$\begin{aligned}
 P_r &= \left(\frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}\right)^2 * P_i \\
 P_r &= \left(\frac{1.4 - 1}{1.4 + 1}\right)^2 * 8096.54 \\
 P_r &= 0.0277777 * 8096.54 \\
 P_r &= 224.90 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Se utilizará la antena FM-17¹³ del proveedor italiano SIRA con una disposición Horizontal para obtener una mayor cobertura, ya que el área afectada será Bogotá. Se tendrá en cuenta el lugar donde es el supuesto de colocación de la antena.

¹³ Sira.mi.it. (2016). *SIRA - FM ANTENNAS*. [online] Available at: <http://www.sira.mi.it/en/products/broadcasting/8>. FM-17.

Con base a los anteriores datos se halló el P.R.A (potencia Efectiva Radiada), con una ganancia de 4.5 dB (este valor lo establece el fabricante), en esta antena se instalarán 3 elementos; dando como resultado:

$$P.R.A. = (P_i - P_r) * \text{Ganancia de la antena}$$

$$P.R.A. = (8096.54 - 224.90) * 10^{\frac{4.5dB}{10}}$$

$$P.R.A. = 7871.64 * 2.81$$

$$P.R.A. = 22185.29 W$$

Expresarlo al valor de dBK

$$10 \log\left(\frac{22185.29}{1000}\right) = 13.46 \text{ dBK}$$

8.5. ACIMUT RADIALES

La antena de radiación de la emisión será orientada a tres puntos vitales de Bogotá para que sea la máxima densidad de potencia radiada, por lo tanto, los radiales trazados por el fabricante cubrirán a toda Bogotá.

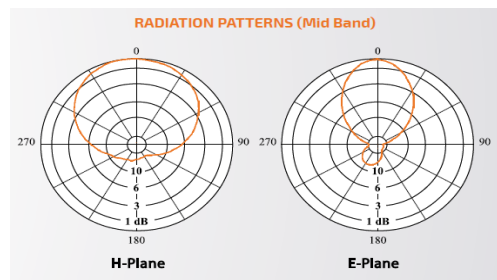


Figura4. Parámetros de radiación con orientación vertical y horizontal.¹⁴

¹⁴Sira.mi.it. (2016). *SIRA - FM ANTENNAS*. [online] Available at: <http://www.sira.mi.it/en/products/broadcasting/8.FM-17>.

$R1 = 65^\circ$ (hacia el Sur de Bogotá)

$R2 = 130^\circ$ (hacia el Centro de Bogotá)

$R3 = 195^\circ$ (hacia el Norte de Bogotá)



Figura5. En esta imagen podemos ver los grados donde la dirección de la antena se va a efectuar. Tomada de Radio Mobile Software libre.

9. SIMULACION DEL SISTEMA EN EL SOFTWARE RADIOMOBILE

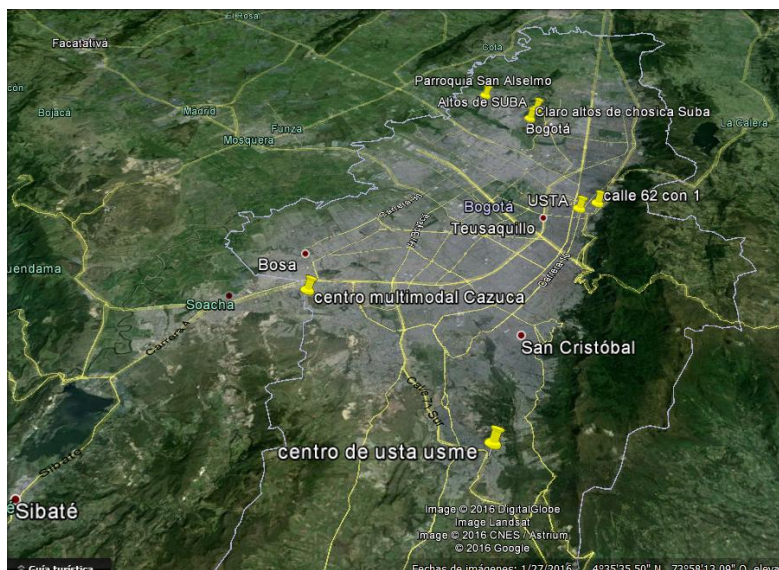


Figura 6. En esta imagen podemos ver la ciudad de Bogotá con los puntos en donde la Universidad Santo Tomás tiene las sedes de proyección social.

En este capítulo se muestra los diferentes inconvenientes dada la elevación de la cartografía de la capital de la república para la transmisión de los datos, se busca una visibilidad clara entre los puntos para escoger el punto ideal para la radiación de la emisora. A continuación, se observan las distintas trayectorias planeadas para que de esta manera se pueda ver el perfil de elevación de las trayectorias propuestas.

Se llama zona de Fresnel o elipsoide, es el volumen de espacio entre el emisor y receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen. Así, la fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta al emisor y receptor. Tomando su valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel, adoptando la forma de un elipsoide¹⁵

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el

¹⁵ PDF, Revista Electrónica Nova Scientia, Nº 12 Vol. 6 (2), 2014. ISSN 2007, Pag 8

20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del factor K (curvatura de la tierra) considerando que para un $K=4/3$ la primera zona de Fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con $K=2/3$ se debe tener¹⁶

- 1) Trayectoria en el sector de Soacha en la Calle 13 No. 6 - 61 este - Barrio Minuto de Dios, Comuna IV Cazucá hasta el límite norte acordonado por la Autopista NQS hacia al norte o también llamada autopista norte.

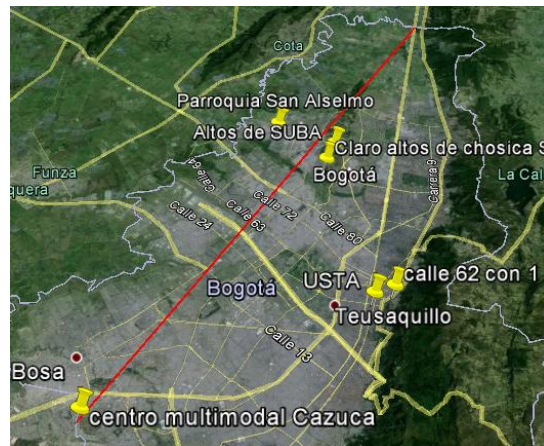


Figura 7. En esta imagen vemos la trayectoria que se encuentra entre el punto de Cazucá y la frontera norte de la ciudad de Bogotá.

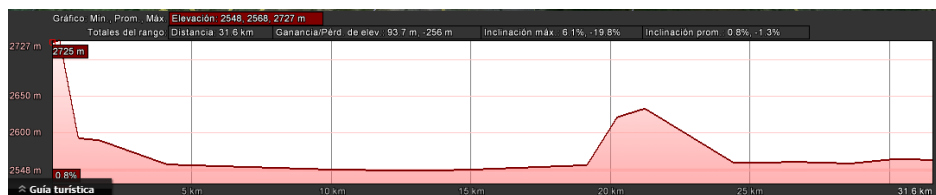


Figura 7.1. Mostrando el perfil de elevación

Como vemos en la figura anterior tenemos que levantar la antena dos metro sobre el suelo para tener el punto de visibilidad y en te caso podremos tener un enlace de microondas.

¹⁶ PDF, Revista Electrónica Nova Scientia, Nº 12 Vol. 6 (2), 2014. ISSN 2007, Pag 9

- 1) Trayectoria en el sector de Soacha en la Calle 13No. 6 - 61 este - Barrio Minuto de Dios, Comuna IV Cazucá hasta la Barrio la Gaitana, Parroquia San Anselmo.

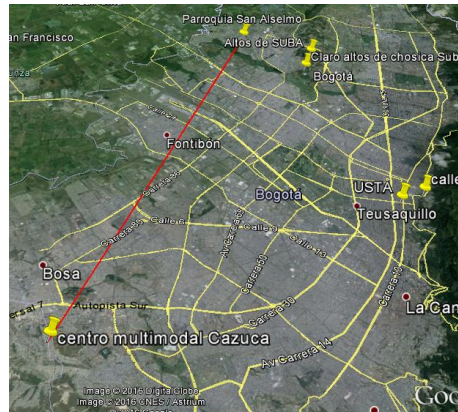


Figura 8. Donde podemos apreciar la trayectoria anteriormente descrita.

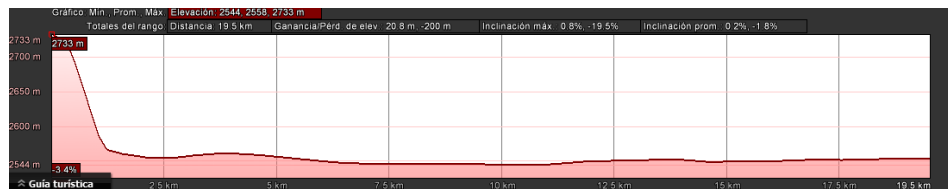


Figura 8.1. Vemos el perfil de elevación.

Podemos ver que en esta trayectoria no tendremos ningún problema con los obstáculos geográficos para llegar a transmitir con el enlace de microondas.

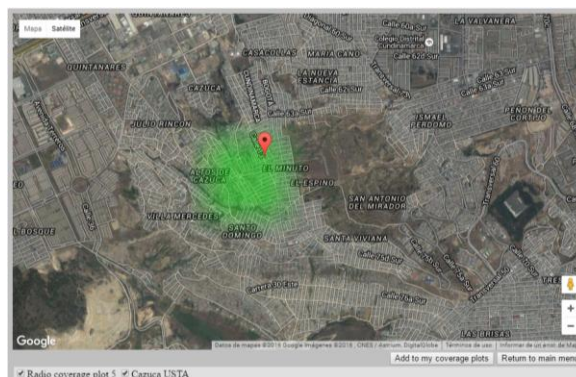


Figura9. Vemos la zona de radiación de manera satelital

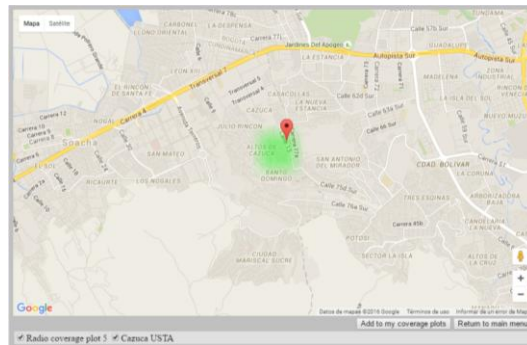


Figura9.1. Vemos la zona de radiación de manera de mapa

En estas figuras podemos apreciar la zona de perturbación en la que la antena efectuaría su emisión, se ve que la zona que se desearía efectuar esta señal es muy baja en sentido de la población a la que se desea llegar. Además este lugar se encuentra en el municipio de Soacha donde la legislación y el fin de esta emisora tendrían problemas con la frecuencia asignada, ya que todo este trabajo se plantea para la ciudad de Bogotá con la emisora de la USTA.

- 2) Trayectoria en el sector de Soacha en la Calle 13No. 6 - 61 este - Barrio Minuto de Dios, Comuna IV Cazucá hasta Sede Principal: carrera 9 No. 51 - 11



Figura 10. En esta imagen vemos la trayectoria anteriormente descrita.

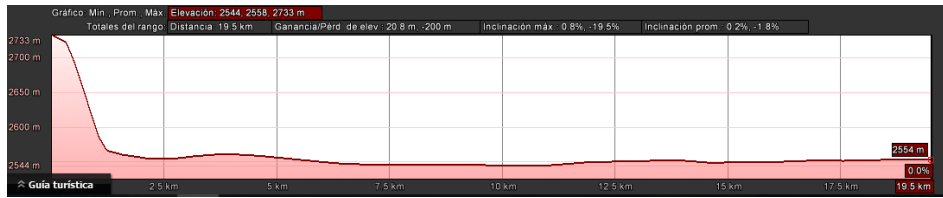


Figura 10.1. Podemos ver que en este perfil de elevación

Vemos y estamos afirmando que el punto más adecuado para recibir y transmitir la señal es la localidad de Cazucá, donde existen mayores beneficios, como por ejemplo que en el predio donde se pretende plantar la antena es de propiedad de la Universidad Santo Tomás, por lo cual estaremos listos para recibir la señal que salga de la emisora de la sede central y transmitirla por todo Bogotá. Sin embargo, voy a mostrar por que las otras trayectorias no son adecuadas para dicho fin.

El centro de proyección social Monte de Galilea se encuentra ubicado en la localidad 5 de Usme. Hasta el límite norte acordonado por la Autopista NQS hacia a el norte o también llamada autopista norte.



Figura 11. Vemos la trayectoria anteriormente descrita.

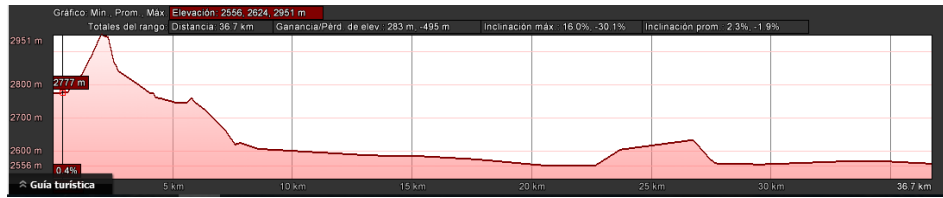


Figura 11.1. Podemos apreciar el perfil de relieve la trayectoria descrita.

La montaña tiene una altura 2951m (metros), lo que impide tener una visión clara por cuestiones geográficas, reflejando la ausencia de pertenencia para la selección de la radiación radial.

El centro de proyección social Monte de Galilea se encuentra ubicado en la localidad 5 de Usme. Hasta Sede Principal: carrera 9 No. 51 – 11



Figura 12. Vemos la trayectoria anteriormente descrita



Figura 12.1. Podemos apreciar el perfil de relieve la trayectoria descrita.

Para esta dificultad se plantea como posible solución la implementación de una repetidora, el problema al que nos estamos enfrentando es que ese pico alto que estamos viendo en la figura anterior es una zona protegida, ya que es el parque Entre Nubes y en esta zona según la CAR no se puede edificar ningún tipo de estructuras.

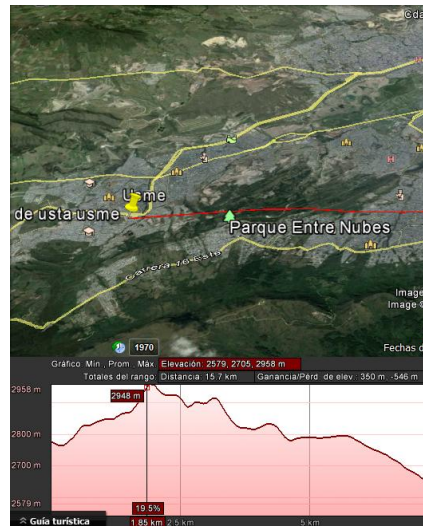


Figura13. En esta imagen vemos el parque EntreNubes donde en el párrafo anterior explicamos el intercedo

La solución a este inconveniente es rodear el parque para poder transmitir sin inconvenientes, atendiendo los parámetros de la CAR.

El centro de proyección social Monte de Galilea se encuentra ubicado en la localidad 5 de Usme hasta el sector de Soacha en la Calle 13No. 6 - 61 este - Barrio Minuto de Dios, Comuna IV Cazucá

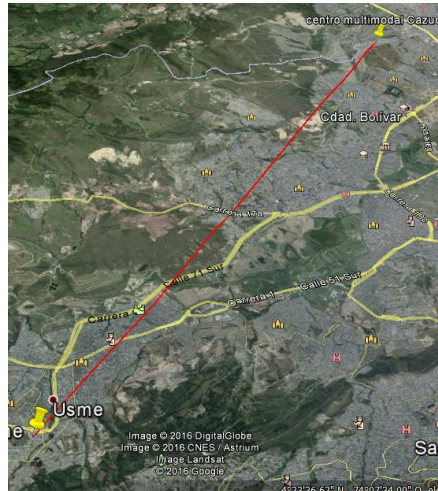


Figura 14. Vemos la trayectoria anteriormente descrita



Figura 14.1. Podemos apreciar el perfil de relieve la trayectoria descrita.

Se aprecia que se repiten los mismos inconvenientes del anterior caso, por ello la solución es colocar un repetidor en la figura siguiente que va a estar en el barrio de Cazucá y solucionando también el problema del punto Usme hacia la USTA, evitando rodear el parque de ENTRE NUBES.



Figura15. Vemos la zona de radiación de manera satelital

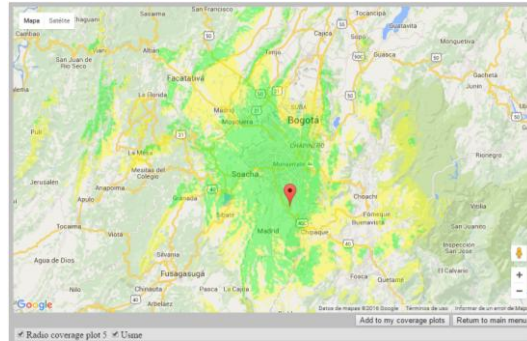


Figura15.1. Vemos la zona de radiación en el mapa

Esta sería la zona que se radiaría desde la sede de Usme (pero con el parque ya mencionado incrementaríamos los costos), con mas repetidoras para estar conforme a las indicaciones legales. Además entraríamos en otros costos ya que tendríamos que arrendar un espacio para ubicar las antenas, teniendo la fortuna de usar otro punto de la ciudad donde la USTA tiene total acceso.



Figura 16. Mostrando el punto donde debería estar la repetidora.

En una nueva propuesta vemos los puntos azules donde se indican los puntos académicos de la USTA, con el fin de enlazar los centros académicos, logrando un modo multicampus donde todas las sedes puedan transmitir la información institucional, como es el caso de la promoción de torneos y eventos académicos.

Sede Principal: carrera 9 No. 51 – 11, hasta el centro de proyección social Monte de Galilea se encuentra ubicado en la localidad 5 de Usme

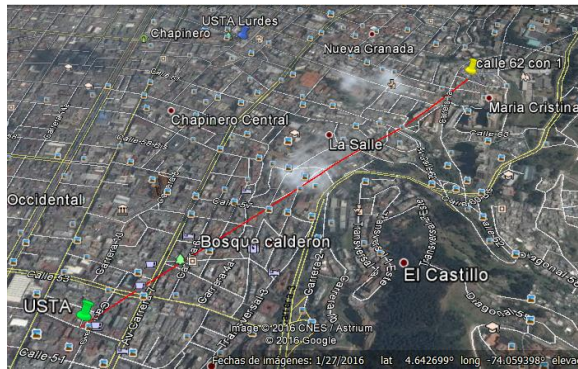


Figura 17. Vemos la trayectoria anteriormente descrita

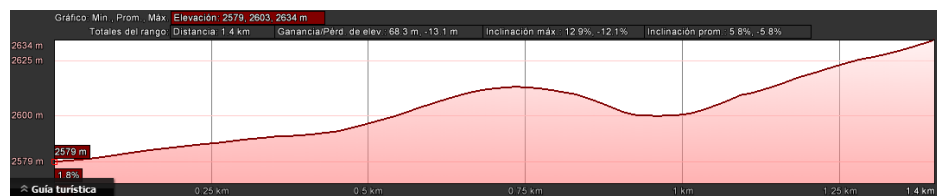


Figura 17.1. Mostrando el perfil de elevación.

La intención de mostrar este punto, es expresar la precisión del enlace para ubicar el punto de la calle 62 donde se propague la señal deseada.

De esta manera haremos que la Universidad Santo Tomás sea vista por su propia emisora permitiendo una realidad de difusión material competitiva.



Figura 18. Vemos los puntos donde está ubicada la Universidad Santo Tomas en sus distintas sedes.

Por medio del Software Nautel(simulador libre)se expresa la radiación de la onda F.M para la USTA en Bogotá desde los diferentes puntos, donde la USTA tiene una posesión en los predios.

La modulación de una portadora sobre FM, aunque se puede realizar de varias formas, resulta un problema delicado debido a que se necesitan dos características contrapuestas: estabilidad de frecuencia varían de la frecuencia de la señal modulada. Por ello, la solución simple de aplicar la señal moduladora a un oscilador controlado por tensión (VCO) no es satisfactoria.

Para las siguientes simulaciones estamos con ciertas características como lo son: TX es de 10KW FM /4 bayantenna, Rx FM receptor de carro estéreo, opacidad del 40%, a una altura de 12 metros sobre la tierra para que alcance una distancia de 100 Km.



Figura 19. La Antena está ubicada en la sede de la calle 62 y vemos a propagación de la señal, con una visión satelital.



Figura 19.1. La Antena está ubicada en la sede de la calle 62 y vemos a propagación de la señal, con una visión mapa.

En este punto vamos hacer todos los cálculos para difundir la radiación en frecuencia modulada (F.M) de la USTA.Tenemos dos principales ventajas, la primera, es la amplia difusión de la emisora y garantizar que todos los oyentes en la ciudad de Bogotá tendrán la radio frecuencia y la segunda, es la línea de vista desde el punto de emisión hasta el punto ya mencionado.



Figura20. Fuente autor



Figura20.1. Fuente autor

En estas fotos observamos el lugar donde proponemos instalar la torre y la antena con las simulaciones anteriores vemos todo lo que podría ocurrir y cumplir con lo deseado por la emisora de la USTA.



Figura 21. Vemos la trayectoria desde el punto de radiación hasta el límite de Bogotá. esto fue tomado por el software libre de Google Earth.

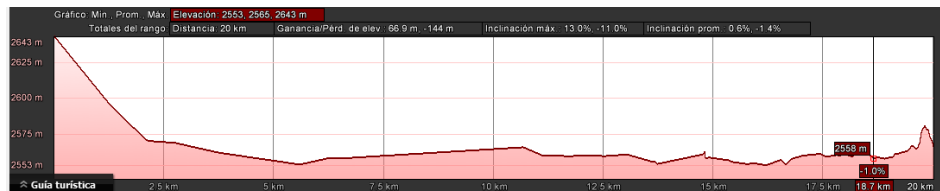


Figura 21.1. Mostrando el perfil de elevación y la distancia que son 20 Km. Fue tomado desde el software libre de Google Earth.

Con esta distancia de los 20 Km es lo más crítico en toda la radiación y con las simulaciones anteriormente ya expuestas vemos que no se tendrá ningún tipo de inconvenientes con la recepción de la locución que se empleará, desde la USTA.

10. UBICACIÓN DEL SISTEMA TRANSMISOR POR MICROONDAS

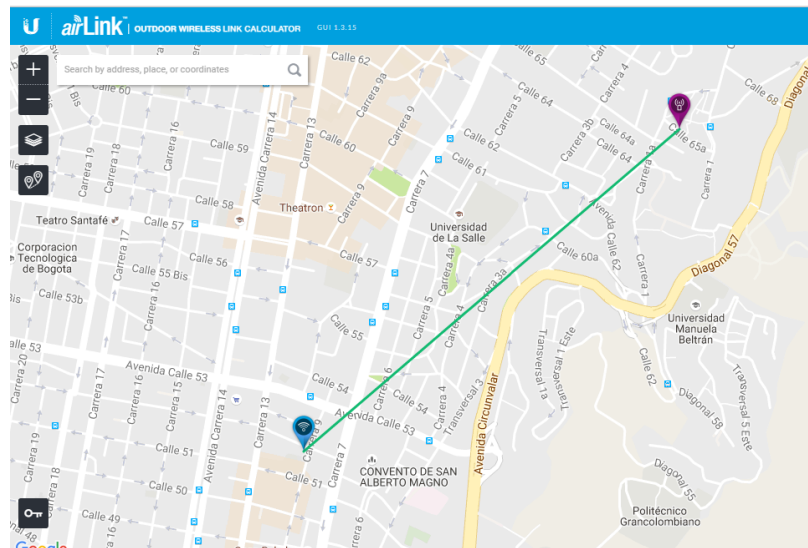


Figura 22. Vemos el enlace en microondas. Software libre AIRlink¹⁷.

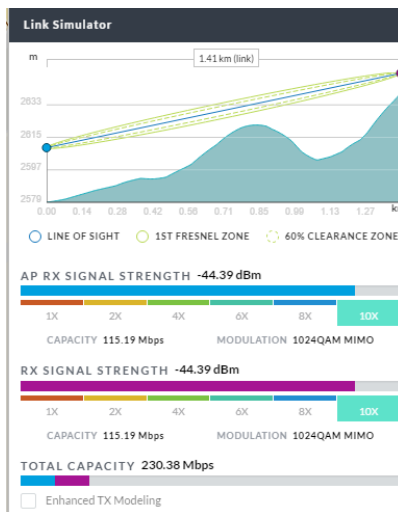


Figura 22.1. Vemos el perfil de elevación con la línea de vista. Software libre AIRlink¹⁸.

¹⁷Airlink.ubnt.com. (2016). *airLink - Outdoor Wireless Link Calculator*. [online] Available at: <http://airlink.ubnt.com/#/>.

¹⁸Airlink.ubnt.com. (2016). *airLink - Outdoor Wireless Link Calculator*. [online] Available at: <http://airlink.ubnt.com/#/>.

Potencia transmisor de $3.6391503613 \times 10^{-8}$ Wts con -44.39 dBm. Este dato lo estamos extrayendo de la simulación anterior en la cual lo puede observar.

$$Potencia\ transmisor = AntLog\left(\frac{-44.34\ dBm}{10}\right)$$

$$Potencia\ transmisor = 3.64 \times 10^{-16}\ Wts$$

Punto estratégico para la transmisión de servicios de radio, el sistema irradiante será ubicado en este sitio cuyas coordenadas son: Desde el punto de origen USTA Latitud 4.638584° y Longitud -74.064166° hasta el punto de radiación Calle 62 con Latitud 4.646804° y con longitud -74.054633° . En este caso no existirá ningún tipo de interferencia pues no hay obstrucción de vista y las bandas asignadas a radiodifusión sonora y a telefonía son muy distintas e independientes.

10.1. GANANCIA DEL SISTEMA.

La ganancia del sistema es la diferencia entre la potencia nominal de salida de un transmisor y la potencia de entrada mínima requerida por un receptor. La ganancia del sistema debe ser mayor o igual a la suma de todas las ganancias y pérdidas incurridas por una señal al propagarse de un transmisor a un receptor¹⁹.

$$G_s = P_t - C_{min}$$

G_s = ganancia del sistema (dB).

P_t = potencia de salida del transmisor (dBm).

C_{min} = potencia mínima de entrada al receptor (dBm).

¹⁹ TOMASI, Sistemas de comunicaciones electrónicas, cuarta edición página 782

10.2. PÉRDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE.

Las pérdidas en la trayectoria en espacio libre dependen de la frecuencia y aumentan con la distancia.

$$L_p = \left(\frac{4 \pi f D}{c} \right)^2$$

L_p = pérdida en el espacio libre.

D = distancia (metros).

F = frecuencia (Hz)

C = velocidad de la luz en espacio libre.

Cuando la frecuencia es expresada en MHz.

$$L_p = 20 \log \frac{4 \pi}{c} + 20 \log f + 20 \log D^{20}$$

$$L_p = 20 \log \frac{4 \pi}{3 * 10^8} + 20 \log 300 \text{ MHz} + 20 \log 1.4 \text{ km}$$

$$L_p = 84.90 \text{ dB}$$

Y también se puede hacer.

²⁰TOMASI, Sistemas de comunicaciones electrónicas, cuarta edición página 367

$$L_p = 32.44 + 20 \log f + 20 \log D^{21}$$

$$L_p = 32.44 + 20 \log 300 \text{ MHz} + 20 \log 1.4 \text{ km}$$

$$L_p = 84.90 \text{ dB}$$

10.3. MARGEN DE DESVANECIMIENTO

Tener en cuenta las características no ideales y menos predecibles de la propagación de las ondas de radio. Estas características son la causa de condiciones atmosféricas temporales y anormales que alteran las pérdidas en la trayectoria en espacio libre²².

$$F_m = 30 \log D + 10 \log(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70$$

F_m = margen de desvanecimiento (dB).

D = distancia (kilómetros).

F = frecuencia (GHz).

R = confiabilidad en decimales (es decir, 99.999% = 0.99999).

1 - R = objetivo de confianza para una ruta de 400 Km en un sentido.

A = factor de aspereza.

A = 4 sobre agua o un terreno muy liso.

A = 1 sobre terreno promedio.

A = 0.25 sobre un terreno muy áspero y montañoso.

B = factor para convertir la probabilidad del peor de los meses en probabilidad anual.

²¹Cuando la frecuencia se expresa en MHz y la distancia en km

²²TOMASI, Sistemas de comunicaciones electrónicas, cuarta edición página 784

B= 1 para el peor de los meses.

B = 0.5 para áreas cálidas o húmedas

B = 0.25 para áreas continentales promedio.

B = 0.125 para áreas muy secas o montañosas.

$$F_m = 30 \log 1.4 Km + 10 \log(6 * 1 * 0.25 * 0.300) - 10 \log(1 - 0.9999) - 70$$

$$F_m = -29.08 \text{ dB}$$

10.4. UMBRAL DEL RECEPTOR

El factor de portadora contra ruido es lo más engorroso se que encontrará, ya que los parámetros importantes que se consideran para el funcionamiento del sistema por medio del enlace del microondas.²³

$$N_{dBm} = 10 \log \frac{KTB}{0.001} + 10 \log \beta$$

N = potencia del ruido (Watts).

K = constante de Boltzmann ($1.38 * 10^{-23}$ J/K).

T = temperatura equivalente del ruido en K (Kelvin).

B = ancho de banda del ruido (Hz).

Debemos tomar el ancho de banda de la portadora y vemos que el β es de 10 KHz

$$N_{dBm} = 10 \log \frac{(1.38 * 10^{-23}) * 290 * 1}{0.001} + 10 \log 10KHz$$

²³ TOMASI, Sistemas de comunicaciones electrónicas, cuarta edición página 785

$$N_{dBm} = -174 \text{ dBm} + 10 \log 10\text{KHz}$$

$$N_{dBm} = -134$$

Si el requisito mínimo de C/N para un receptor con ancho de banda de ruido

$$C_{min} = \frac{C}{N} + N$$

$$C_{min} = 54 \text{ dBm} + (-134)$$

$$C_{min} = 80 \text{ dBm}$$

Por medio de las características técnicas sabemos que la sensibilidad o C/N es de -80dBm²⁴, por lo que tenemos (-80dBm)

$$\frac{C}{N} = -80\text{dBm} - (-134\text{dBm})$$

$$\frac{C}{N} = 54 \text{ dBm}$$

Así la ganancia del sistema que se está dando por la fórmula, donde C_{min} es el umbral mínimo de recepción o la sensibilidad que el receptor tiene.

$$G_s = Pt + C_{min}$$

Teniendo los datos en todo el transcurso del ejercicio podemos saber que:

²⁴ R.V.R., STL RX & STL TX véase en los anexos.

$$G_s = -44.39 \text{ dBm} + C_{min}$$

$$G_s = -44.39 \text{ dBm} + 80 \text{ dBm}$$

$$G_s = -124.30 \text{ dBm}$$

11. ENLACE SATELITAL

Cumpliendo 114 años de la primera transmisión radial por Guillermo Marconi en Inglaterra, es posible expresar que invención. Su invento, la radio ha jugado un papel importante en la vida de varias generaciones a partir de la entrada comercial en el siglo XX de esta tecnología inalámbrica. La frecuencia modulada (FM) ha entrado a millones de hogares alrededor del mundo dando conocimiento de toda índole, como es el entretenimiento a familias enteras. Tienen un alcance limitado y se requiere de estaciones repetidoras para ampliar la distancia de cobertura de las señales²⁵.

En la USTA sería un beneficio, tener el enlace satelital ya que contaríamos con una vista internacional como en la visión de la USTA ha sido mencionada “En 2027 la Universidad Santo Tomás de Colombia es referente internacional de excelente calidad educativa multicampus, por la articulación eficaz y sistémica de sus funciones sustantivas, y es dinamizadora de la promoción humana y la transformación social responsable, en un ambiente sustentable, de justicia y paz, en procura del bien común.²⁶”, este ítem es motivo de mi investigación; en la expansión de la USTA como modelo de las demás universidades a nivel nacional como internacional.

$$\phi_D = \phi_S - \phi_r$$

ϕ_r = Longitud de la estación.

²⁵Eveliux.com. (2016). *Radio digital vía satélite*. [online] Available at: <http://www.eveliux.com/mx/Radio-digital-via-satelite.html>.

²⁶User, S. (2016). *Presentación*. Usta.edu.co. Available at: <http://www.usta.edu.co/index.php/nuestra-institucion/presentacion-1>.

θ_r = Latitud de la estación.

ϕ_s = Longitud del satélite.

ϕD = Diferencia de longitud.

Los valores de longitud al este de cero grados, se consideran negativos, para aplicar las formula, y el satélite número 6 con la posición 40.5W, en el cual será nuestro θ_s , en el caso en cuestión vemos que.

$$\phi_r = 74.064166^\circ$$

$$\theta_r = 4.638584^\circ$$

$$\theta_s = 40.5 \text{ W}$$

$$\phi D = 40.5 - 74.064166$$

$$\phi D = -33.56$$

11.1. ACIMUT

Por medio de los datos que se verán a continuación vamos a poder calcular el acimut, el término acimut sólo se usa cuando se trata del norte geográfico donde se va a posicionar la antena satelital, se empieza a contar a partir del norte magnético²⁷.

Latitud de la estación receptora es, $\theta_r = 4.638584^\circ$

Longitud donde se encuentra el satélite, $\phi_s = -319.50$

Radio de la tierra en kilómetros, $r = 6.378 \text{ km}$

²⁷Es.wikipedia.org. (2016). *Acimut*. [online] Available at: <https://es.wikipedia.org/wiki/Acimut>.

Altura de satélite sobre la tierra, $h = 35.787 \text{ km}$

$$A_z = \tan^{-1} \left(\frac{\tan \phi D}{\sin \theta r} \right) + 180^\circ$$

$$A_z = \tan^{-1} \left(\frac{\tan -33.564166}{\sin 4.638584^\circ} \right) + 180^\circ$$

$$A_z = -83.044928^\circ + 180^\circ$$

$$A_z = 96.96^\circ$$

El acimut es el movimiento que se le da a la antena de este a oeste, es decir, en nuestro caso con la orientación 96.96° , es el lugar para darle cobertura a Bogotá.

11.2. VARIABLE DE ÁNGULO DE ELEVACIÓN.

Siendo X una variable para calcular el ángulo de elevación.

$$X = \cos^{-1}(\cos \theta r * \cos \phi d)$$

$$X = \cos^{-1}(\cos 4.638584^\circ * \cos -33.564166)$$

$$X = 33.85^\circ$$

11.3. ELEVACIÓN

$$Elevación = \tan^{-1} \left(\tan^{-1} X - \frac{r}{r+h} * \sin^{-1} X \right)$$

$$Elevación = \tan^{-1} \left(\tan^{-1} 33.84596337 - \frac{6.378}{6.378 + 35.787} * \sin^{-1} 33.84596337 \right)$$

$$Elevación = 46.97$$

11.4. DISTANCIA REAL

Con la siguiente fórmula queremos ver la verdadera distancia que se distinguirá con la letra D entre la estación, de radio y el satélite.

$$D = h \sqrt{(1 + 0.42 * (1 - \cos \theta_r * \cos \phi_d))}$$

$$D = 35787 \sqrt{(1 + 0.42 * (1 - \cos 4.638584^\circ * \cos -33.564166))}$$

$$D = 37038 \text{ Km}$$

11.5. ATENUACIÓN DEL ESPACIO LIBRE

La frecuencia que se dará a continuación es una estación libre en el satélite número 6 con la posición 40.5W que acobija a toda América

4009 R tp 69 Hemi 34-36	RCN	DVB-S2 T2-M8 QPSK	8240-3/4	7.9	Drhanstrv 161003
		Director	1	201	202 Sp
		Director	2	101	102 Sp
		Director	3	301	302 Sp
		Director	4	701	702 Sp
		Director	5	402	403 Sp
		Director	7	602	603 Sp
4012 L tp 70 Hemi 34-36	RTVC	DVB-S2 T2-M8 QPSK	8240-3/4	7.9	Onacila 151208
		Director	41	1011	1012 Sp
		Director	42	1021	1022 Sp
		Director	43	1031	1032 Sp
		Director	44	1041	1042 Sp
		Director	45	1051	1052 Sp
		Director	46	1061	1062 Sp
4021 R tp 69 Hemi 34-36	RCN TV	DVB-S2 T2-M8 QPSK	8240-3/4	7.9	Onacila 140223
		Director	1 - 101	102 Sp	
4025 L tp 70 Hemi 34-36	RTVC	DVB-S2	12832-3/4	7.9	Onacila P Smith 151209
		Director	1	1011	1012 Sp
		Director	2	1021	1022 Sp
		Director	3	1031	1032 Sp
		Director	4	1041	1042 Sp
		Director	5	1051	1052 Sp
		Director	6	1061	1062 Sp
		Director	7	1071	1072 Sp
		Director	8	1081	1082 Sp
		Director	9	1091	1092 Sp

Figura 23. Esta imagen que fue tomada en lyngsat²⁸.

La señal del satélite SES-6 puede interferir con otras señales de radio basas en tierra, para evitar este problema existen unas frecuencias ya estipuladas y es por eso que se decide escoger la frecuencia 4010R MHz, Sin embargo no hay que olvidar que para los satélites en 6/4 y 14/12 GHz, el número de canales de frecuencia es finito, y también lo es el número de satélites que se pueden poner en órbita.

De acuerdo con la figura anterior vemos que la frecuencia 4010R MHz esta libre, y es por esa razón que se sugiere tomar esta frecuencia, para así enlazar la emisora a el satélite SES-6.

$$Lfs = 92.44 + 20(\log f \text{ GHz} + \log D)[dB]$$

$$Lfs = 92.44 + 20(\log 4.01 \text{ Ghz} + \log 37038)[dB]$$

$$Lfs = 195.87 \text{ dB}$$

²⁸ Lyngsat.com. (2016). SES 6 at 40.5°W - LyngSat. Available at: <http://www.lyngsat.com/SES-6.html>.

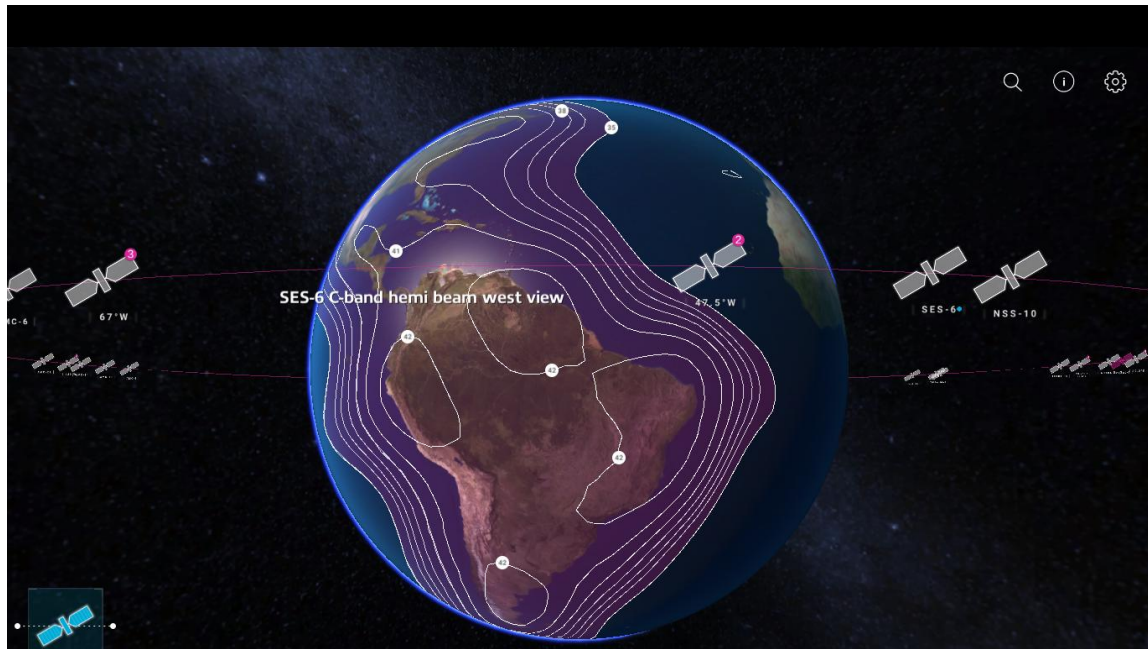


Figura 24. Esta imagen muestra la cobertura del satélite²⁹

Las comunicaciones vía satelital, tienen algunas características, como su capacidad de transmisión de los satélites son muy elevados. También se permite la comunicación entre satélites, la cobertura como lo vemos en la figura es muy amplia. La transmisión de la señal es independiente de la distancia que separa a dos estaciones terrestres. Da lo mismo si las estaciones están separadas cientos de kilómetros.

²⁹ Apps.ses.com. (2016). *SES Satellites WebGL Player* | *SES Satellites*. [online] Available at: <http://apps.ses.com/>.

12. MATERIALES

1. Sonido original.
2. Receptor.
3. Codificador.
4. Antena de transmisión.
5. Antena de recepción.
6. Receptor.
7. Equipo final.

12.1. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del diseño se emplearán los principios de programación desarrollados en la materia de “Análisis de Fourier”, “Comunicaciones I”, “Comunicaciones II”, “Conmutación Telefónica” y “Transmisión de Datos”³⁰. Bogotá es la capital de Colombia y del departamento de Cundinamarca, es actualmente la ciudad más poblada del país con 7'980.001 habitantes para 2016³¹. Por medio del Software RadioMobile esta es la herramienta que nos permitirá ver la altitud y la distancia que existe entre los distintos dispositivos el ITS (Irregular Terrain Model) modelo de propagación de radio para frecuencias de entre 20 MHz y 20 GHz es un modelo de propósito general que se puede aplicar a una gran variedad de problemas de ingeniería.³² y Cloud RF este es un software con el cual se empleara para determinar el transmisor, geo localización, antenas, receptores e instrumentos ³³ se entregará la simulación sobre la ciudad de Bogotá, donde se hará el estudio correspondiente y se percibirá la potencia del transmisor y la ganancia de la antena.

Se visitarán los posibles sitios de transmisión, para luego consolidar un análisis que permita la selección de líneas de transmisión en donde se usará un espectrómetro de disponibilidad de frecuencias para realizar las medidas. Posteriormente se hará el diseño con ayuda de los proveedores que constan de

³⁰ Estas son asignaturas cursadas y aprobadas durante la totalidad de la carrera de Ingeniería Electrónica.

³¹ http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/Municipal_area_1985-2020.xls.

³² Hufford, G. (1982). *A Guide to the Use of the ITS Irregular Terrain Model in the Area Prediction Mode*. [online] Its.bldrdoc.gov. Available at: <http://www.its.bldrdoc.gov/publications/2091.aspx>.

³³ Cloudrf.com. (2016). *System features | CloudRF*. [online] Available at: <https://cloudrf.com/features>.

las características físicas de los equipos requeridas para la concreción del proyecto a futuro por parte de la USTA.

12.2. LIMITACIONES

En la realización de este proyecto se presenta el inconveniente en la adjudicación de la frecuencia, debido a que el Ministerio de Comunicaciones realiza convocatorias esporádicamente para la asignación de este tipo de frecuencias.

13. CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	MARZO 2016				ABRIL 2016				MAYO 2016				JUNIO 2016				JULIO 2016				AGOSTO 2016				SEPTIE MBRE 2016				OCTUBRE 2016				NOVIEMB RE 2016			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Estructuración del Anteproyecto																																				
Elaboración Documento Anteproyecto																																				
Reunión con director																																				
Sitios de transmisión																																				
Ver los puntos de ubicación																																				
Estudio y Cálculos																																				

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

13.1. PRESUPUESTO

Papelería	\$200.000
Internet	\$200.000
Transporte	\$150.000
Tinta impresora	\$270.000
TOTAL	\$820.000

Estos gastos serán solventados por el integrante del proyecto.

14. CONCLUSIONES

La funcionalidad del enlace de la emisora USTA Bogotá se ratificó mediante la simulación en el software de distribución libre Radio Mobile, pues su topografía y confiabilidad se encuentra aprobada por el Ministerio de las TIC's .

El estudio técnico para el montaje de la emisora USTA Bogotá, permite a la Dirección Técnica del Ministerio de Comunicaciones el análisis del estudio propagación de las ondas electromagnéticas de la emisora, el cálculo de las relaciones de protección contra interferencias, los cálculos de potencia radiada aparente, el cálculo de área de servicio para determinar el cubrimiento de la emisora y la medición de los demás parámetros técnicos, en el funcionamiento de la emisora y así le permitirá a esa dependencia emitir un concepto técnico para la Resolución definitiva de la operación de la emisora.

Para la selección de los equipos del estudio, transmisión e irradiación se tuvieron en cuenta aspectos esenciales como los parámetros asignados por el Ministerio de las TIC's, funcionalidad y costo del equipo y trayectoria de la marca.

Permitirá a la USTA pueda contribuir de una manera social, que los ciudadanos de la ciudad de Bogotá reciban información veraz e imparcial, abriendo espacios necesarios de comunicación y cooperación, dando a conocer los diferentes programas de la USTA e igual forma temas de interés para la comunidad y ciudadanos, en la perspectiva cristiano-tomasina difundir los valores como plenitud personal, responsabilidad, solidaridad, justicia, bien común, paz y verdad.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(Red de Radio Universitaria de Colombia. Available at:
<https://sites.google.com/a/radiouniversitaria.org/rruc/>.

Airlink.ubnt.com. (2016). *airLink - Outdoor Wireless Link Calculator*. Available at:
<http://airlink.ubnt.com/#/>.

Airlink.ubnt.com. (2016). *airLink - Outdoor Wireless Link Calculator*. Available at:
<http://airlink.ubnt.com/#/> .

Apps.ses.com. (2016). *SES Satellites WebGL Player | SES Satellites*. Available at:
<http://apps.ses.com/> .

Banrepcultural.org. (2016). *La radio en Colombia - historia | banrepcultural.org*.
Available at:
http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/comunicacion/la_radio_en_colombia.

BERNAL SALINAS, Maritza Bibiana, Estudio Técnico y Jurídico para la implementación de la emisora comunitaria en la localidad de Teusaquillo. Tesis de Grado Facultad de Ingeniería en Teleinformática, Universidad Piloto de Colombia, 2.004

Biografiasyvidas.com. (2016). *Biografía de Guglielmo Marconi*. Available at:
<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/marconi.htm>.

Cloudrf.com. (2016). *System features | CloudRF*. Available at:
<https://cloudrf.com/features>.

Directora de la emisora de la USTA-BOGOTÁ.

Dxdesdecolombia.blogspot.com.co. (2016). *ESCUCHANDO A COLOMBIA Y EL MUNDO: Emisoras comunitarias de Bogotá en F.M.* Available at:
<http://dxdesdecolombia.blogspot.com.co/2010/11/emisoras-comunitarias-de-bogota-en-fm.html>.

Es.commscope.com. (2016). Available at:
http://es.commscope.com/catalog/wireless/product_details.aspx?id=1309.

Es.commscope.com. (2016). Available at:
http://es.commscope.com/catalog/wireless/product_details.aspx?id=16271.

Es.wikipedia.org. (2016). *Acimut*. Available at: <https://es.wikipedia.org/wiki/Acimut>.

Escenario.usta.edu.co. (2016). *Quienes Somos | Escenario*. Available at:
<http://escenario.usta.edu.co/quienes-somos/>.

Estas son asignaturas cursadas y aprobadas durante la totalidad de la carrera de Ingeniería Electrónica.

Eveliux.com. (2016). *Radio digital vía satélite*. Available at:
<http://www.eveliux.com/mx/Radio-digital-via-satelite.html>.

GARAY, Juan Carlos. Los cien mejores guitarristas del siglo XX: Diagnóstico y propuesta sobre el papel de la música en la radio universitaria de Bogotá. Tesis de grado. Facultad de comunicación y lenguaje. Universidad Javeriana, 1995.

http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/Municipal_area_1985-2020.xls.

Hufford, G. (1982). *A Guide to the Use of the ITS Irregular Terrain Model in the Area Prediction Mode*. [online] [its.bldrdoc.gov](http://www.its.bldrdoc.gov). Available at:
<http://www.its.bldrdoc.gov/publications/2091.aspx>.

Kotsias (2011) Notas para advertir, entretener y relacionar lo nuevo con lo viejo, sin un análisis detallado ni opinión formada. Medicina. Buenos Aires Vol 71 No.3

Lyngsat.com. (2016). *SES 6 at 40.5 °W - LyngSat*. Available at:
<http://www.lyngsat.com/SES-6.html>.

PDF, Plan técnico rdsfm, febrero de 2005, Pag 31

PDF, Plan técnico rdsfm, febrero de 2005, Pag 66

PDF, Revista Electrónica Nova Scientia, N° 12 Vol. 6 (2), 2014. ISSN 2007, Pag 8

PDF, Revista Electrónica Nova Scientia, N° 12 Vol. 6 (2), 2014. ISSN 2007, Pag 9

R.V.R., STL RX & STL TX véase en los anexos.

Sira.mi.it. (2016). *SIRA - FM ANTENNAS*. Available at:
<http://www.sira.mi.it/en/products/broadcasting/8.FM-17>.

Sira.mi.it. (2016). *SIRA - FM ANTENNAS*. [online] Available at:
<http://www.sira.mi.it/en/products/broadcasting/8>. FM-17.

TOMASI, Sistemas de comunicaciones electrónicas, cuarta edición página 367

TOMASI, Sistemas de comunicaciones electrónicas, cuarta edición página 449

TOMASI, Sistemas de comunicaciones electrónicas, cuarta edición página 782

TOMASI, Sistemas de comunicaciones electrónicas, cuarta edición página 784

TOMASI, Sistemas de comunicaciones electrónicas, cuarta edición página 785

User, S. (2016). *Presentación*. Usta.edu.co. Available at:
<http://www.usta.edu.co/index.php/nuestra-institucion/presentacion-1>.

VALDERRAMA TURRUAGO, Gloria Lucero, Estudio de la viabilidad Técnica de una emisora de Interés público en el colegio Técnico Comercial “Mariano Ospina Rodríguez” de Guasca, Tesis de Grado Facultad de Ingeniería en Teleinformática, Universidad Piloto de Colombia, 2.003

16. GLOSARIO

- **ASIGNACIÓN:** (de una frecuencia o de un canal radioeléctrico): autorización que da el Estado para que una comunidad organizada o persona jurídica utilice una frecuencia o un canal radioeléctrico en condiciones específicas
- **CADENA RADIAL:** Se entiende por cadena radial la organización constituida por estaciones de radiodifusión sonora, con el fin de efectuar transmisiones enlazadas en forma periódica para la difusión de programas.
- **ESPECTRO RADIOELÉCTRICO:** Conjunto de ondas radioeléctricas. El espectro radioeléctrico se constituye, a su vez, en un subconjunto del espectro electromagnético.
- **ESTACIÓN CLASE A:** aquella destinada a cubrir áreas más o menos extensas incluidos uno o varios municipios o distritos.
- **ESTACIÓN CLASE B:** aquella destinada a cubrir uno o más municipios o distritos.
- **ESTACIÓN CLASE C:** aquella destinada a cubrir una ciudad o población y las áreas rurales contiguas a la misma.
- **ESTACIÓN CLASE D:** aquella destinada a cubrir con parámetros restringidos, a una ciudad o población.
- **INTERFERENCIA:** Efecto de una energía no deseada debida a una o varias emisiones, radiaciones, inducciones o sus combinaciones sobre la recepción en un sistema de radiocomunicación, que se manifiesta como degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de la información que se podría obtener en ausencia de esta energía no deseada.
- **MANUAL DE ESTILO:** documento de conocimiento público que contiene las políticas, los principios y criterios propios de la emisora, con los cuales se protegen los derechos de la audiencia, se evita la incitación a la violencia, a la discriminación y se garantiza el pluralismo informativo, de conformidad con los fines del Servicio de Radiodifusión Sonora

- **OPERADOR:** Es una persona natural o jurídica, pública o privada, que es responsable de la gestión de un servicio de telecomunicaciones en virtud de autorización o concesión, o por ministerio de la ley.
- **PARÁMETROS NO ESENCIALES:** Son parámetros no esenciales de una estación del servicio de radiodifusión sonora, entre otros, el nombre de la emisora, la ubicación de los estudios, los equipos de audio de los estudios y el horario de operación. La modificación de los parámetros no esenciales está autorizada de manera general; sin embargo, el concesionario deberá informar con anticipación al Ministerio de Comunicaciones la modificación que se propone efectuar.
- **PARÁMETROS TÉCNICOS ESENCIALES:** son parámetros técnicos esenciales de una estación del servicio de radiodifusión, la potencia de operación, la frecuencia de operación y la ubicación y altura de la antena, además de los que establezca el plan técnico nacional de radiodifusión sonora AM y FM. La modificación de los parámetros técnicos esenciales requiere autorización previa del Ministerio de Comunicaciones.
- **PLAN TÉCNICO NACIONAL DE FRECUENCIAS PARA LA RADIODIFUSIÓN SONORA:** Es el marco técnico que permite la adjudicación del mayor número de canales radioeléctricos posibles a los diferentes municipios y distritos del país, libres de interferencias objetables, de tal forma que se facilite la asignación de dichos canales y se racionalice el uso de este recurso, de conformidad con los lineamientos del Reglamento de Comunicaciones y las recomendaciones de la UIT.
- **RADIO:** Término general que se aplica al empleo de las ondas radioeléctricas. Servicios de difusión: son aquellos en los que la comunicación se realiza en un solo sentido a varios puntos de recepción en forma simultánea. Forman parte de éstos, entre otros, las radiodifusiones sonora y de televisión.
- **RADIODIFUSIÓN SONORA:** es un servicio público de telecomunicaciones, a cargo y bajo la titularidad del Estado, orientado a satisfacer necesidades de

telecomunicaciones de los habitantes del territorio nacional y cuyas emisiones se destinan a ser recibidas por el público en general.

- **TELECOMUNICACIÓN:** Es toda emisión, transmisión o recepción de señales, escritura, imágenes, signos, sonidos, datos o información de cualquier naturaleza, por hilo, radio, u otros sistemas ópticos o electromagnéticos.

17. ANEXOS

17.1. ANEXOS 1

DECRETO NÚMERO 1446 DE 1995

(Agosto 30)

"Por el cual se clasifica el servicio de radiodifusión sonora y se dictan normas sobre el establecimiento, organización y funcionamiento de las cadenas radiales" .

De la clasificación del servicio de radiodifusión sonora

ARTICULO 1. Criterios de clasificación. El servicio público de radiodifusión sonora se clasifica en función de los siguientes criterios:

1. Gestión del servicio.
2. Orientación de la programación.
3. Nivel de cubrimiento.
4. Tecnología de transmisión.

ARTICULO 2. Clasificación del servicio en función de la gestión. Atendiendo la forma de gestión el servicio se clasifica así:

a. Gestión Directa. El Estado prestará el servicio de radiodifusión sonora en gestión directa por conducto de entidades públicas debidamente autorizadas, por ministerio de la Ley a través de licencia otorgada directamente por el Ministerio de Comunicaciones.

Por ministerio de la Ley y en gestión directa, el Estado prestará el servicio a través del Instituto Nacional de Radio y Televisión, Inravisión, que tiene a su cargo la radiodifusión oficial actualmente denominada Radiodifusora Nacional de Colombia.

Inravisión tendrá prelación en la asignación de frecuencias para la radiodifusión oficial en el territorio y propenderá por un cubrimiento nacional del servicio.

Independientemente de los recursos presupuestales que se le asignen a la radiodifusión oficial, Inravisión podrá recibir con destino a ella sus aportes, colaboraciones, auspicios y patrocinios. En el servicio prestado por dicha entidad no podrá originarse propaganda comercial, sin perjuicio de los ingresos por la comercialización de espacios radiales, y

b) Gestión Indirecta. El Estado prestará el servicio de radiodifusión sonora en gestión indirecta a través de nacionales colombianos, comunidades organizadas o, personas jurídicas, debidamente constituidas en Colombia, cuya dirección y control esté a cargo de colombianos y su capital pagado sea en un 75% de origen colombiano, previa concesión otorgada por el Ministerio de Comunicaciones mediante licencia.

ARTICULO 3. Clasificación del servicio en función de la orientación de la programación. Atendiendo la orientación general de la programación el servicio se clasifica en:

a) Radiodifusión comercial. Cuando la programación del servicio está destinada a la satisfacción de los hábitos y gustos del oyente y el servicio se presta con ánimo de lucro, sin excluir el propósito educativo, recreativo, cultural e informativo que orienta el servicio de radiodifusión sonora en general.

b) Radiodifusión de interés público. Cuando la programación se orienta principalmente a elevar el nivel educativo y cultural de los habitantes del territorio colombiano y a difundir los valores cívicos de la comunidad. Para la evaluación del contenido cultural de la programación se tendrán en cuenta los lineamientos

establecidos en el artículo 2º y 5º de la Ley 74 de 1966 y 67 y 70 de Constitución Política.

El Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Comunicaciones, apoyará las estaciones de radiodifusión sonora que de acuerdo con su programación sean catalogadas como de interés público. Así mismo, el Ministerio de Comunicaciones en el plan técnico de radiodifusión sonora en amplitud modulada (A.M.), atribuirá al servicio de radiodifusión de interés público un canal de cubrimiento local restringido y operación diurna, el cual será asignado a través del licencia a las alcaldías municipales para la gestión directa del servicio, de acuerdo con los siguientes criterios:

1. Se dará prelación a los municipios que no cuenten con el servicio de radiodifusión sonora.

2. Se asignará a los demás municipios del país, sujeto al cumplimiento de las protecciones contra interferencias objetables, dando prelación a los municipios de menor población y con mayores índices de necesidades básicas insatisfechas, y

c) Radiodifusión comunitaria. Cuando la programación esté destinada en forma específica a satisfacer necesidades de una comunidad organizada.

ARTICULO 4. Clasificación del servicio en función del nivel de cubrimiento. En razón al nivel de cubrimiento el servicio se clasifica y define, según la clase estación y los parámetros de operación establecidos en los planes técnicos así:

- a. De cubrimiento zonal: estaciones clase A y clase B;

- b. De cubrimiento local: estaciones clase C, y

- c. De cubrimiento local restringido: estaciones clase D.

ARTICULO 5. Clasificación del servicio en función de la tecnología de transmisión.

- a) Radiodifusión en amplitud modulada. Cuando la portadora principal se modula en amplitud (A.M.) para la emisión de la señal;
- b) Radiodifusión en frecuencia modulada. Cuando la portadora principal se modula en frecuencia o en fase (F.M.) para la emisión de la señal, y
- c) Nuevas tecnologías. En esta categoría se clasifican las modalidades de transmisión diferentes de las anteriores, incluidas aquellas que permiten el uso compartido de la bandas de frecuencias atribuidas al servicio de la modalidad de A.M. y F.M. La concesión del servicio que utilice nuevas tecnologías se otorgará cuando el Ministerio de Comunicaciones lo reglamente.

17.2. ANEXOS 2

DECRETO NÚMERO 1447 DE 1995

(Agosto 30)

"Por el cual se reglamenta la concesión del servicio de radiodifusión sonora en gestión directa e indirecta, se define el plan general de radiodifusión sonora y se determinan los criterios y conceptos tarifarios y las sanciones aplicadas al servicio".

ARTICULO 1.De la radiodifusión sonora. La radiodifusión sonora es un servicio público de telecomunicaciones, a cargo y bajo la titularidad del Estado, orientado a satisfacer necesidades de telecomunicaciones de los habitantes del territorio nacional y cuyas emisiones se destinan a ser recibidas por el público en general.

ARTICULO 8. Requisitos para ser titular del servicio.

1. Ser nacional colombiano, comunidad organizada o, persona jurídica debidamente constituida en Colombia cuya dirección y control esté a cargo de colombianos y su capital pagado sea en un 75% de origen colombiano.
2. No estar incurso en ninguna causal de inhabilidad, incompatibilidad o prohibición de orden Constitucional o legal.
3. No ser concesionario del servicio en la misma banda y en el mismo espacio geográfico en el que vaya a funcionar la emisora.
4. Ser legalmente capaces de acuerdo con las disposiciones vigentes. Las personas jurídicas deberán acreditar que su duración no será inferior a la del plazo de la concesión y un año más.
5. El titular de una concesión que hubiere dado lugar a la declaratoria de caducidad del contrato o a la cancelación de la licencia, no podrá ser concesionario del servicio por el término de cinco (5) años, contado a partir de la fecha de ejecutoria del respectivo acto.

ARTICULO 9.Principios y criterios de selección. Las concesiones se otorgarán con arreglo al deber de selección objetiva y atendiendo los principios de transparencia, economía, responsabilidad y de conformidad con los postulados que rigen la función administrativa, la Ley 80 de 1993, los planes técnicos

nacionales de radiodifusión sonora en amplitud modulada (A.M.) y en frecuencia modulada (F.M.) y las disposiciones de este decreto.

ARTICULO 10. Parámetros técnicos esenciales. Son parámetros técnicos esenciales de una estación de radiodifusión sonora, la potencia de operación, la frecuencia de operación y la ubicación y altura de la antena, además de los que establezcan los planes técnicos nacionales de radiodifusión sonora en amplitud modulada (A.M.) y frecuencia modulada (F.M.).

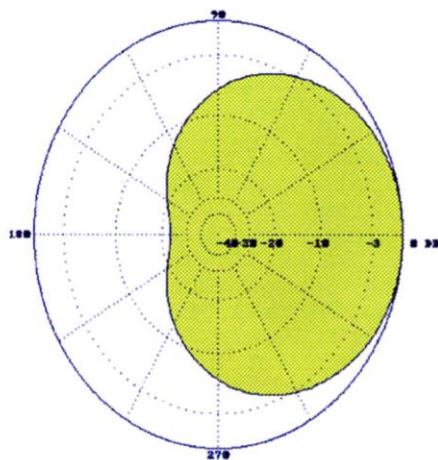
ARTICULO 24.Solicitud de la concesión. Efectuada la convocatoria publica, los interesados deberán determinar claramente en sus solicitudes:

1. El municipio o distrito para el cual se solicita el servicio.
2. Si se requiere frecuencia de enlace en estudios y el sistema de transmisión.
3. Ubicación y altura de la antena.
4. Nombre de la comunidad organizada y documento que acredite su personería jurídica.
5. Número de miembros que integran la comunidad organizada y experiencia en trabajo comunitario.
6. Plan de programación que se piensa emitir.
7. Declaración en donde conste el compromiso de la comunidad organizada de cumplir con el correspondiente plan técnico nacional de radiodifusión sonora.
8. Manifiestar bajo juramento que se entenderá prestado con la sola presentación de la solicitud, que la comunidad organizada no se encuentra incurso en ninguna causal de inhabilitación, compatibilidad (sic) o prohibición de orden Constitucional o legal.
9. Si la comunidad actúa a través de apoderado, éste deberá acreditar su calidad de tal mediante poder debidamente otorgado por autoridad competente.

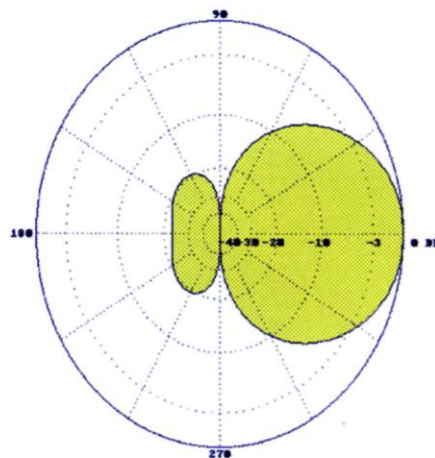
17.3. ANEXOS 3

SAM-336 Specifications

Both the E plane and the H plane shown below
are normalized at 303.8 MHz



SAM-336 E-Plane



SAM-336 H-Plane

ELECTRICAL DATA

Frequency 300/399MHz
Bandwidth 15+ MHz
Tube
VSWR 1.5 to 1 or less
Impedance 50 ohms
Forward Gain 7 dB
Front to Back Ratio 20 db+
Polarization Vertical or Horizontal
Lighting Protection Direct Ground
Power Handling 300 Watts
Termination Type N Female

MECHANICAL DATA

Materials Aluminum
Boom 1" Reinforced
Elements 3/8" Rod
Driven Element 3/8" Rod
Wind Survival 100 mph
Standard mounting V-bolts 1" to 2" pipe
Overall length 12.5 inches"
Shipping Weight - Approximately 2.5 lbs.

PLEASE SPECIFY FREQUENCY

34

17.4. ANEXOS 4

³⁴SAM 336. Available at: <https://irp-cdn.multiscreensite.com/65aec2c4/files/uploaded/SAM-336%20Spec.pdf>.

new **STL-C TX & STL-C RX**

Continuity Version

STL-C
Radio Link



Frequency range: 200 - 1.100 MHz
1.400 - 2.500 MHz

STL-C TX & STL-C RX

FEATURES

- Very compact radio-link: only one rack unit
- SMD technology for a high performance and high reliability
- Modular construction and easy maintenance
- Friendly graphic interface for a very simple use
- Interface for the RVR standard telemetry system

*Innovative technology and advanced functions
compact and powerfull !!!*

New STL-C TX&STL-C RX link

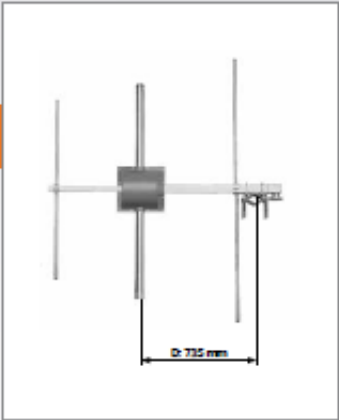


17.5. ANEXOS 5

FM-17
FM YAGI ANTENNA

FEATURES

- vertical or horizontal polarization
- broadband 87.5 - 108 MHz
- 4.5 dB gain
- directional pattern
- stainless steel



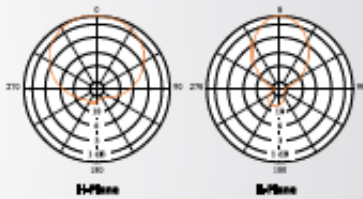
ELECTRICAL DATA

ANTENNA TYPE	FM-17
FREQUENCY RANGE	87.5 - 108 MHz
IMPEDANCE	50 ohm
CONNECTOR	1.5/18" FEA
MAX POWER	30 Wm
VSWR	≤ 1.4
POLARIZATION	Vertical or Horizontal
GAIN (calculated to IEC standard)	4.5 dB
HALF POWER BEAMWIDTH	E-Plane = 32° H-Plane = 85°
LIGHTNING PROTECTION	All metal parts DC grounded

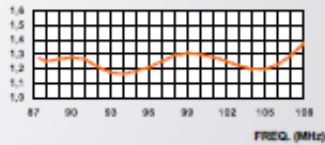
MECHANICAL DATA

DIMENSIONS	1065 x 1575 x 250 mm
WEIGHT	22 kg
WIND SURFACE	0.73 m²
WIND LOAD (at 150 km/h)	0.28 kN
MAX WIND VELOCITY	220 km/h
MATERIALS	External parts (stainless steel, nickel plated brass) Internal parts (silver plated brass, polished brass, deepdrawn aluminium) Radome (Fiberglass) Feed point radome
ICING PROTECTION	Feed point radome
RADOME COLOUR	Grey (standard)
MOUNTING	With special pipe clamps ø50 - 74 mm

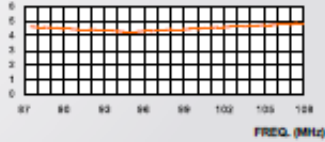
RADIATION PATTERNING (Mid Band)



VSWR



GAIN (dB)



Specifications are subject to change without prior notice

FM ANTENNAS

33

³⁷ Sira.mi.it.SIRA - FM ANTENNAS. Available at: <http://www.sira.mi.it/en/products/broadcasting/8>.

FM-17

FM YAGI ANTENNA

FEATURES

- radiating systems with FM-17 yagi-antennas
- directional patterns
- high power systems
- broadband 87.5 ± 108 MHz

ELECTRICAL DATA

FREQUENCY RANGE	87.5 ± 108 MHz
IMPEDANCE	50 ohm
CONNECTOR	EIA flange according to system power rating
MAXI POWER RATING	The antenna system can accept any power according to requirements
VSWR	± 1.25 in the operating frequency
POLARIZATION	Vertical or Horizontal
GAIN	Refer to table
VERTICAL PATTERN	Null fill, beam tilt and special requirements to order
OTHER FEATURES	The antenna system can be supplied in split feed configuration (two equal halves). Each half can accept full power.

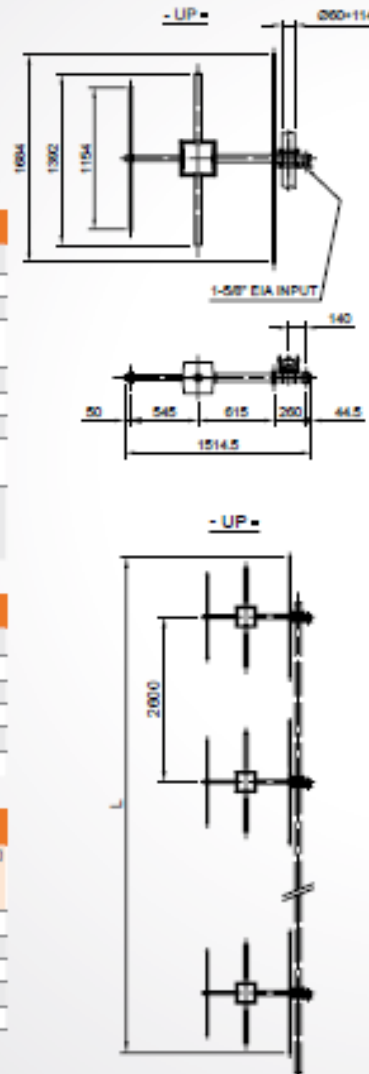
MECHANICAL DATA

HEIGHT OF ARRAY	Subject to number of bays
TOTAL NET WEIGHT	Refer to table
WIND LOAD	Refer to table
PRESSURIZABLE	Yes
RADOME COLOUR	Grey (standard)
MOUNTING HARDWARE	One clamp for pole, supplied

TECHNICAL DATA

NUMBER OF BAYS	PANELS PER BAY	GAIN dB (1)	GAIN TIMES (1)	WEIGHT kg (2)	ANTENNA HEIGHT L m (3)	WIND LOAD kN (3)
2	1	7.5	5.8	50	4.3	0.57
4	1	10.5	11.2	100	9.5	1.14
6	1	12.2	16.6	150	14.7	1.71
8	1	13.5	22.3	200	19.9	2.28
12	1	15.2	33.2	250	30.3	3.42

(1) offered as half sector dipole. Loadings of precise distribution networks not included.
 (2) without mounting hardware, for FM-17 broadband.
 (3) vs 150 km/h.



17.6. ANEXOS 6

solid state transmitter

➤ Plug-in Compact series

TX10K PLUG-IN CA



Features

- Tunable over entire FM band (87.5 - 108 MHz), without tuning.
- Overall efficiency better than 70%.
- Hot-pluggable and broadband power amplifier modules.
- Each module features switching mode power supply to control and stabilize power supply voltage.
- Each amplifier module provides Automatic Power Control.
- Suitable for mono & stereo broadcast operations.
- Protection against high VSWR, overdrive, overcurrent and overtemperature.
- Compliance to IEC safety standards.
- Compliance to ETSI - CDR - FCC standards.
- Entire transmitter can be switched off through an emergency button.
- High redundancy guaranteed by 5 power modules of 2.2 kW RF power.
- All measurement and working parameters are displayed on front panel.
- Remotely controllable by telemetry system.
- Design for 24/7 non-stop operation.
- The transmitter includes an integrated system for automatic and manual switching between two exciters. In Automatic mode the changeover is activated when active power of exciter falls below 3dB.



Caratteristiche

- Sintonizzabile su tutta la banda FM (87.5 - 108 MHz), senza messa a punto.
- Efficienza complessiva migliore del 70%.
- Moduli amplificatori di potenza di tipo hot-plug e a banda larga.
- Ogni modulo include un'alimentazione switching che regola e stabilizza la tensione di alimentazione.
- Ogni modulo amplificatore offre la funzione di Controllo della Potenza Automatica.
- Adatto per trasmissioni in banda larga sia stereo che mono.
- Protezione contro alto ROS, sovrappotenza, sovracorrente e sovratemperatura.
- Conformità alle norme di sicurezza IEC.
- Conformità agli standard ETSI - CDR - FCC.
- Tutto il trasmettitore può essere disattivato tramite un pulsante di emergenza.
- Alta ridondanza garantita da 5 moduli di potenza di 2,2 kW di potenza RF.
- Tutte le misure ed i parametri di lavoro vengono visualizzati sul pannello frontale.
- Controllabile da remoto attraverso il sistema di telemetria.
- Progettato per funzionamento no-stop 24/7.
- Il trasmettitore comprende un sistema integrato per la commutazione automatica e manuale tra due eccitatori. In modalità automatica lo scambio si attiva quando la potenza attiva di eccitazione scende al di sotto dei 3dB.



Via del Fondatore, 2/2c • Zona Industriale Raveri • 40138 Bologna • Italy
Phone: +39 051 6010906 • Fax: +39 051 6013036 • info@rvr.it • www.rvr.it



39

³⁹spa, R. FM - Solid State Transmitters - Plug-In Compact Series - TX10K PLUG-IN CA (5X2,2KW MODULE).
[online] R.V.R. Elettronica. Available at: <http://www.rvr.it/en/products/fm/solid-state-transmitters/plug-in-compact-series/tx10k-plug-in-ca-5x2-2kw-module/>.

solid state transmitter

Technical specifications

Parameters	Values
CONTROLS	
RF Output Power	10.5 MW
Frequency Range	87.5 - 108 MHz
Frequency Stability	> 1 ppm
Frequency programmability	By software, with 1, 10, 100, 1000 kHz steps
Normal Frequency Deviation	±75 kHz (peak)
Maximum Frequency Deviation	±100 kHz (peak)
Class of Emission	B0000E Direct to Channel
Modulation Mode	Mon, Stereo, Multitex, SCA, RDS, RSC
Stereo transmission	stcr. to 30dB / Rec. 400 (Pilot tone)
RF Output Impedance	50 Ω, Unbalanced
RF Output Connector	14/16" FEA Range (2-1/8" ITA Range on request)
VSWR	1.4:1 with automatic foldback at higher VSWR
Pre-amplifier Mode	0.5W T1181 μs, 75 T1181 μs
Asynchronous AM S/N Ratio	Typically > 18dB
Synchronous AM S/N Ratio	Typically > 25dB
Harmonics suppression and Spurious	Typically > 85dB
Overall efficiency	Typically > 30%
RF Harmonics	Exceeds ETSI/CEB/PCS requirements
RF Spurious	Exceeds ETSI/CEB/PCS requirements
Analog Input level (405 kHz (peak) deviation)	-12.5dBu - -12.5 dBu (adjustable)
Digital Input level (405 kHz (peak) deviation)	-30.0 dBFS - 0 dBFS (adjustable)
MONO OPERATION	
S/N ratio	Typically > 85dB
Total Harmonic Distortion + Noise	Typically < 0.05%
Inter Modulation Distortion SMPTE	Typically < 0.02%
Frequency Response	Typically ±0.1dB
Audio Input Impedance	600 Ω or 30 kΩ
STEREO OPERATION	
Composite S/N ratio	Typically > 85dB
Total Harmonic Distortion + Noise	Typically < 0.05%
Inter Modulation Distortion SMPTE	Typically < 0.02%
Frequency Response	Typically ±0.1dB
Audio Input Impedance	30 kΩ
STEREO OPERATION	
Stereo FM S/N Ratio	Typically > 85dB
Total Harmonic Distortion + Noise (L or R)	Typically < 0.02%
Inter Modulation Distortion SMPTE (L or R)	Typically < 0.02%
Frequency response (L or R)	Typically ±0.2dB
Linear Cross Talk	Typically > 50dB
Non-Linear Cross Talk	Typically > 50dB
Stereo Separation (Crosstalk)	Typically > 70dB
Audio Input Impedance	600 Ω or 30 kΩ
Digital Input Impedance	110 Ω

All pictures are ETSI property and they are not indicative and not binding. The pictures can be modified at any time.
These are general specifications. They show typical values and are subject to change without notice.

CEC MHSCE Reference 30/13

Ordering Information

Example Code	Description
TXF10K-60D41	FM plug-in transmitter, 10W (composed of F010KPS-CA + 2x PTX300DS)
TXF10K-41D41	FM plug-in transmitter, 10W (composed of F010KPS-CA + 2x PTX30LCOOSP)
TXF10K-20D41	FM plug-in transmitter, 10W (composed of F010KPS-CA + 2x PTX30LCD)
TXF10K-60S41	FM plug-in transmitter, 10W (composed of F010KPS-CA + PTX300DS)
TXF10K-41S41	FM plug-in transmitter, 10W (composed of F010KPS-CA + PTX30LCOOSP)
TXF10K-20S41	FM plug-in transmitter, 10W (composed of F010KPS-CA + PTX30LCD)



Via del Fondello, 2/2c - Zona Industriale Rossetti - 40138 Bologna - Italy
Phone: +39 051 6033506 - Fax: +39 051 6033104 - e-mail: info@rvr.it - www.rvr.it



⁴⁰spa, R. FM - Solid State Transmitters - Plug-In Compact Series - TX10K PLUG-IN CA (5X2,2KW MODULE).
[online] R.V.R. Elettronica. Available at: <http://www.rvr.it/en/products/fm/solid-state-transmitters/plug-in-compact-series/tx10k-plug-in-ca-5x2-2kw-module/>.

17.7. ANEXOS 7



7782 NW 48th St. Doral
FL 33188 USA
T: +1 800 313-7592 - F: +1 (305) 599-3906
Toll Free: +1 (305) 599-3100
www.7bd.com - sales@7bd.com

SALES QUOTE	
17083	08/22/2016

Customer	Contact	Ship To
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS MARCO ANTONIO VEGA TORRES CARRERA 9 # 51-11 BOGOTA, COLOMBIA T: # 57-316-380-4229	MARCO ANTONIO VEGA TORRES MARCO ANTONIO VEGA TORRE	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS MARCO ANTONIO VEGA TORRES CARRERA 9 # 51-11 BOGOTA, COLOMBIA T: # 57-316-380-4229

Account	Terms	Due Date	Account Rep.	Via
119257	- Cash -	09/22/2016	Luis Rodriguez	
Quotation	PO #	Reference	Page	Printed
17083			1/1	8/22/2016 5:40 pm

L	Item	Description	Qty	Price	UM	Discount	Amount
1	EXT000002V	RVR EXT000002V 10 KW LIQUID COOLED BARRACUDA SOLID STATE PM TRANSMITTER INCLUDES: - 2 PT000000 30 W PM RECTIFIER WITH CHARGE OVER SYSTEM BUILT-IN. - PT000000 CH 10 KW INCLUDES 2 P00000 CH 5 KW PM AMP. - 24 HX RACK 0715	1	\$ 58,699.00		\$ 8,474.85	\$ 49,024.15
2	AJ0715	RVR AJ0715 DIRECTIVE 3 ELEMENT BROADBAND STAINLESS STEEL GAIN 4.5 DBD INPUT CONNECTOR 715 UP TO 2 KW 0715	8	\$ 735.87	EA	\$ 0.00	\$ 4,205.22
3	COAX01071512	COAXIAL CABLE 10' 3/8" WT WITH 715 CONN	8	\$ 180.00	EA	\$ 0.00	\$ 1,080.00
4	SP0000	SP0000 POWER DIVIDER 1 X 8 INPUT 1-8" OUTPUT 715" EA BROADBAND 0014	1	\$ 1,086.90	EA	\$ 0.00	\$ 1,086.90
5	SCM1084V2	RVR SCM1-1+1084V2 AUTOM. CHANGEOVER UNIT	1	\$ 921.30	EA	\$ 0.00	\$ 921.30
MARK INC: Bank of America N.A. 222 Broadway, New York, NY 10038 A/cnt # 000000000000, Swift # 00000000, A/cnt # 00000000 Beneficiary: Broadcast Depot Corp. TERMS & CONDITIONS: - This document is valid for 30 days. Prices are subject to change without any notification. - Freight not included (unless notified). - If Tax: 000000, Certificate of exemption required before shipping. - No returns after 30 days. Freight is non-refundable. - All returns are subject to a 10-20% Restocking fee. - We only accept returns on stocking item in "as new" condition.			Tax Details				
			Exempt: 0.0%				
					Taxable		
					Total Tax		
					Exempt		
					Freight		
					Total		
					Payment Discount		
					Paid		
					Balance		
					\$ 49,369.57		

41

⁴¹BroadcastDepot., Cotización enviada por medio de correo electrónica a Camilo Andres Piñeros persona que desarrolla este diseño de la emisora USTA.

17.8. ANEXOS 8



7702 NW 46th St. Doral
FL 33156 USA
T: +1 800 313-7592 - F: +1 (305) 599-3908
Toll Free: +1 (305) 599-3100
www.7bd.com - sales@7bd.com

SALES QUOTE

17078

08/22/2016

Customer	Contact	Ship To
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS MARCO ANTONIO VEGA TORRES CARRERA 9 # 51-11 BOGOTA, COLOMBIA T: # 57-316-380-4220	MARCO ANTONIO VEGA TORRES MARCO ANTONIO VEGA TORRE	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS MARCO ANTONIO VEGA TORRES CARRERA 9 # 51-11 BOGOTA, COLOMBIA T: # 57-316-380-4220

Account	Terms	Due Date	Account Rep.	Via
119257	- Cash -	09/22/2016	-No Sales Employee-	
Quotation	PO #	Reference	Page	Printed
17078			1/1	8/22/2016 3:30 pm

L	Item	Description	Qty	Price	UM	Discount	Amount
1	TX10K520M1	RVR TX10K520M1 10.5 KW HOTSWAP PLUG-IN SOLID STATE TRANSMITTER FEATURES: - HOT-PLUGGABLE AND BROADBAND POWER AMPLIFIER MODULES - EACH POWER MODULE WITH AUTOMATIC POWER CONTROL - EACH POWER MODULE BUILT IN IPA GIVEN MORE REDUNDANCY - MAXIMUM REDUNDANCY AND EFFICIENCY - REMOTELY CONTROLLABLE BY TELEMETRY SYSTEM - OPERATION IN HIGH RF VICINITY PROTECTED AS PER R75-300M17 - PROTECTION VSRRM, OVER DRIVE, OVER CURRENT AND OVER TEMPERATURES - PLUG-IN CA 2.2 KW PLUG-IN AMPLIFIER (5 MODULES) - FIBERED FULL DIGITAL KITCHER - 19" 19" 1.8" 0.42 X 33 X 48	1	\$ 49,990.00	EA	\$ 0.00	\$ 49,990.00
BANK INFO: Bank of America N.A. 222 Broadway, New York, NY 10038 Audit #109502127542, Ser# # RCPHUB08, AIA # 00000000 Beneficiary: Broadcast Depot Corp. TERMS & CONDITIONS: - This document is valid for 30 days. Prices are subject to change without any notification. - Freight not included. (Unless notified). - IF TAX EXEMPT, Certificate of exemption required before shipping. - No returns after 30 days, freight is non-refundable. - All returns are subject to a 10-25% Restocking fee. - We only accept returns on stocking items in "as new" condition.			Tax Details Exempt: 0.0%		Taxable Total Tax Exempt Freight Total Payment Discount Paid Balance		\$ 49,990.00 0.00 \$ 49,990.00 \$ 0.00 \$ 0.00 \$ 0.00 \$ 49,990.00

42

⁴²spa, R. FM - Solid State Transmitters - Plug-In Compact Series - TX10K PLUG-IN CA (5X2,2KW MODULE).
[online] R.V.R. Elettronica. Available at: <http://www.rvr.it/en/products/fm/solid-state-transmitters/plug-in-compact-series/tx10k-plug-in-ca-5x2-2kw-module/>.

17.9. ANEXOS 9



43

⁴³Nautel.com. *Familia NVLT en Español* | NautelBroadcast. Available at: <http://www.nautel.com/solutions-2/familia-nvlt-en-espanol/>.

La Familia NVLT

3.5 – 40 kW FM Análogo



- Arquitectura Probada
- Prestaciones Inteligentes
- Eficiencia Sobresaliente
- Valor Excepcional

“Los más inteligentes transmisores nunca antes diseñados”

Los transmisores Nautel de la familia NV^{LT} ofrecen alta funcionalidad a las emisoras, la eficiencia de las más nuevas tecnologías de amplificación, una robusta y duradera plataforma de transmisión, y un valor excepcional.

Los ingenieros de Nautel basaron el nuevo diseño en la ya probada y fiable arquitectura de la familia NV con excitador (es) integrado(s), amplificadores de potencia en paralelo, módulos de potencia en paralelo, y fuentes de alimentación de conmutación. También incluyen la galardonada interfaz de usuario para control local y remoto. Además incluyeron las amplias características inteligentes de la familia VS, incluyendo Audio por IP, UO, contenido de audio local, automatización de audio de respaldo, y la opción Urban Inside. Con el diseño de los amplificadores LD-MOS optimizado por Nautel, con la máxima eficiencia en su clase, ofrecen un valor sin precedentes en potencias de 3.5kW hasta 40 kW. Ese es el nuevo NV^{LT}.

44

⁴⁴Nautel.com. *Familia NVLT en Español* | NautelBroadcast. Available at: <http://www.nautel.com/solutions-2/familia-nvlt-en-espanol/>.



Info@nautel.com | www.nautel.com

+1.902.823.5131

Haciendo Que la Radio Digital Funcione.

Nautel ha surgido como uno de los más grandes fabricantes de transmisores de radiodifusión en el mundo, con más 12.000 instalaciones en 177 países.



FAMILIA NV ^{LT}		NV3.5 ^{LT}	NV5 ^{LT}	NV7.5 ^{LT}	NV10 ^{LT}	NV15 ^{LT}	NV20 ^{LT}	NV30 ^{LT}	NV40 ^{LT}
Análogo	Potencia Máx. (kW)	4.1	5.5	8.3	11	16.5	22	33	44
	Potencia Nominal (kW)	3.5	5	7.5	10	15	20	30	40
	Eficiencia Típica*	71%	72%	71%	72%	71%	72%	71%	72%
Entrada AC 50/60 Hz		Monofásico 180 - 264V o Trifásico 180 - 264V / 312 - 457V							
Módulos de Potencia		2		4		8		16	
Fuentes de Alimentación Conmutada		4		8		16		32	
Factor de Potencia		0.98 (factor de potencia unitaria corregida)							
Altura (pulgadas/cm)		72.5 (184.2)							
Ancho (pulgadas/cm)		23 (58.4)				36 (91.4)		66 (167.6)	
Profundidad (pulgadas/cm)		32 (81.3)							
Peso (lbs/kg)		333 (151)		421 (191)		860 (390)		1620 (735)	

Las especificaciones están sujetas a cambio. Por favor revisar la hoja de especificaciones propias de cada equipo para detalles.

* Incluyendo el excitador. Aproximadamente 73-74% sin excitador.

REV 11-2009-0210

45

⁴⁵ Nautel.com. *Familia NVLT en Español* | NautelBroadcast. Available at: <http://www.nautel.com/solutions-2/familia-nvlt-en-espanol/>.