



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE BANCO DE PRUEBAS  
PARA LOS EQUIPOS DE ENLACES DE  
MICROONDAS PARA LA EMPRESA  
DAT TELEVISION EN EL  
MUNICIPIO NAGUANAGUA**

**Autor:** Juliao Garrido, Ricardo

C.I. 13.481.927

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego.

Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES**  
**INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**PROPUESTA DE BANCO DE PRUEBAS PARA LOS EQUIPOS DE**  
**ENLACES DE MICROONDAS PARA LA EMPRESA DAT TELEVISION EN**  
**EL MUNICIPIO NAGUANAGUA**

**Empresa:** DAT TELEVISION

**Autor:** Juliao Garrido, Ricardo

C.I.: 13.481.927

San Diego, Abril 2018.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES**  
**INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**PROPUESTA DE BANCO DE PRUEBAS PARA LOS EQUIPOS DE**  
**ENLACES DE MICROONDAS PARA LA EMPRESA DAT TELEVISION EN**  
**EL MUNICIPIO NAGUANAGUA**

**CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN**

---

Nombre, firma y cédula de identidad del tutor académico.

---

Nombre, firma y cédula de identidad del tutor empresarial.

**Autor:** Juliao Garrido, Ricardo

**C.I.:** 13.481.927

San Diego, Abril 2018.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES**  
**INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, **José R. Centeno**, portador de la cédula de identidad N° 10.738.814, en mi carácter de tutor del informe de pasantías presentado por el ciudadano **Ricardo Juliao G.**, portador de la cedula de identidad N° 13.481.927, titulado “**Propuesta de banco de pruebas para los equipos de enlaces de microondas para la empresa DAT TELEVISION en el municipio Naguanagua**”, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero de Telecomunicaciones, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los veintisiete (16) días del mes de Marzo del año dos mil dieciocho (2018).

---

**Ing. José R. Centeno**  
**CI 10.738.814**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por darme la fortaleza necesaria y estar conmigo en cada paso que doy.

A mis familiares, por brindarme apoyo incondicional durante todo el periodo de estudio.

A mi tutor académico José Centeno, por dedicarme el tiempo necesario para la realización de este informe.

A mis compañeros de clases más cercanos que me apoyaron en la realización mutua de las actividades académicas.

Todas aquellas personas que de una u otra manera estuvieron involucradas en la realización de este informe.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	x
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>LA EMPRESA</b>	
1.1 Nombre y ubicación de la empresa .....	2
1.2 Reseña histórica .....	2
1.3 Misión .....	3
1.4 Visión .....	4
1.5 Valores corporativos .....	4
1.6 Organigrama .....	5
<b>CAPITULO II</b>	
<b>EL PROBLEMA</b>	
2.1 Planteamiento del problema .....	6
2.2 Formulación del problema .....	7
2.3 Objetivos .....	7
2.3.1 Objetivo general .....	7
2.3.2 Objetivos específicos .....	8
2.4 Justificación .....	8
2.5 Alcance del Estudio .....	8
2.6 Limitaciones del Estudio .....	8
<b>CAPITULO III</b>	
<b>MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL</b>	
3.1 Antecedentes .....	9

3.2 Bases teóricas .....	10
3.2.1 Comunicación Vía Microondas .....	10
3.2.2 Transmisión de Microondas .....	11
3.2.3 Propagación de Microondas .....	11
3.2.4 Sistemas Simplificados de Radio de Microondas FM .....	12
3.2.5 Aplicaciones de las Microondas .....	13
3.2.6 Confiabilidad de Sistemas de Radiotransmisión por Microondas ..	15
3.2.7 Transmisor de Comunicaciones de Microondas .....	15
3.2.8 Antenas y Torres de Microondas .....	15
3.2.9 Banda Base .....	16
3.2.10 Guías de Ondas .....	18
3.2.11 Antenas de Microondas .....	19
3.3 Definición de términos básicos .....	20
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>FASES METODOLÓGICAS</b>	
4.1 Fases metodológicas .....	24
Fase I: Descripción de la situación actual .....	24
Fase II: Estudio comparativo de las posibles soluciones del problema	24
Fase III: Propuesta de la solución al problema planteado .....	24
<b>CAPITULO V</b>	
<b>RESULTADOS</b>	
5.1 Fase I .....	25
5.2 Fase II .....	33
5.3 Fase III .....	33
<b>CONCLUSIONES</b> .....	42
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	43
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	44
<b>REFERENCIAS ELECTRÓNICAS</b> .....	45
<b>ANEXOS</b> .....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURAS</b>	<b>Pág.</b>
1 Mapa de ubicación de la empresa DAT TELEVISION .....	2
2 Organigrama de DAT TELEVISION .....	5
3 Guía de onda rectangular .....	18
4 Sistema de transmisión DAT TELEVISION .....	26
5 Enlaces de DAT TELEVISION .....	27
6 Enlace Sede DAT TV – Torre Coyserca .....	29
7 Enlace Torre Coyserca – NetUno .....	31
8 Enlace Torre Coyserca – Inter .....	33
9 Utilización del Estudio 4 para la propuesta .....	34
10 Colocación de las antenas .....	35
11 Diagrama de bloque de los equipos .....	36
12 Diagrama de bloque de los equipos para probar potencia de salida	38
13 Diagrama de bloque de los equipos para verificar la frecuencia de salida	39
14 Diagrama de bloque de los equipos para verificar la estabilidad de la frecuencia .....	39
15 Diagrama de bloque de los equipos para verificar el ancho de banda de emisión.....	40
16 Diagrama de bloque de los equipos para validar el umbral de recepción	40
17 Formato de revisión de equipos .....	41



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLAS</b>	<b>Pág.</b>
1 Ubicación geográfica de los equipos Sede DAT TV – Torre Coyserca	28
2 Ubicación geográfica de los equipos Torre Coyserca – Sede NETUNO	29
3 Ubicación geográfica de los equipos Torre Coyserca – Sede INTER	31

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXOS</b>		<b>Pág.</b>
A-1 Especificaciones del enlace de microondas	.....	47
A-2 Especificaciones del enlace de microondas	.....	48
A-3 Especificaciones del enlace de microondas	.....	49

## INTRODUCCIÓN

Dat Televisión, es una empresa que se ha destacado en los últimos años brindando el servicio de televisión en la región central del país.

Para realizar su proceso de interconexión entre las diferentes ciudades, Dat Televisión tiene su propia red de enlaces de microondas desde el municipio Naguanagua que apunta hacia la sede de Turmero Inter y Prebo Netuno.

Por esta razón en el presente informe se pretende presentar una propuesta que permita probar los equipos de microondas sin la necesidad de usar el enlace de transmisión de la señal en vivo.

La siguiente investigación consta de cinco capítulos, en los cuales se abordará de manera metodológica cada uno de los pasos para cumplir con los objetivos planteados, a continuación, se procede a describir a groso modo la información que se puede encontrar en cada uno de los capítulos.

**Capítulo I:** La empresa, aquí se encontrará toda la información concerniente a la empresa como lo es: ubicación, visión, misión, valores y el organigrama de la misma.

**Capítulo II:** El problema, en este capítulo se describe con profundidad cual es el problema planteado y cuáles son los objetivos, alcances y limitaciones que tiene esta investigación.

**Capítulo III:** Marco referencial conceptual, consta de los antecedentes y las bases teóricas que ayudaran a conseguir una solución factible al problema que se quiere resolver, además está presente la definición de términos básicos con la finalidad de tener una buena comprensión de los temas expuestos.

**Capítulo IV:** Fases metodológicas, expone con detenimiento los pasos que deben ser realizados en esta investigación para poder desarrollar la propuesta.

**Capítulo V:** Resultados, en éste capítulo se exponen los resultados obtenidos de acuerdo con las fases metodológicas planteadas en el Capítulo IV.

# CAPITULO I

## LA EMPRESA

### 1.1 Nombre Y Ubicación De La Empresa



**Figura 1:** Mapa de ubicación de la Empresa DAT TELEVISION C.A.

**Fuente:** Google Maps

Ubicada en la Av. 182 (Av. Valencia 9 N0 98-60) edif. Centro Elohim piso 2, 3,4 local 2-1 4-1 zona casco central de Naguanagua.

### 1.2 Reseña Histórica

Dios, Amor y Trabajo son las iniciales que definen a Dat Televisión, un medio de comunicación social audiovisual que nació tras la necesidad de informar y formar

parte de la sociedad carabobeña en el ámbito informativo, sus inicios fueron como una empresa de producción televisiva el 2 de noviembre de 1998. Sin embargo, no pasó mucho tiempo para que se convirtiera en un canal de televisión oficial con su propia señal mediante distintas cable operadoras por suscripción, poco después la Comisión Nacional de Telecomunicaciones. (CONATEL) otorgó su concesión para que así éste pudiera difundirse en señal abierta a través del Canal 30UHF. Abarcando una cobertura en los estados Carabobo, Aragua, Cojedes y Guárico.

Entre sus fundadores y propietario está el Dr. Osman Alexis Delgado Hernández, quién decide el 13 de Julio de 1999 difundir este medio entre los pocos que existen en el territorio carabobeño como canal Regional. Sus primeros pasos fueron desde la Urbanización el Viñedo en la Quinta DAT TELEVISIÓN, pero debido a las grandes expectativas por crecer DAT TELEVISION se mudó a una estructura mucho más amplia ubicada en la Av. Valencia del Municipio Naguanagua donde opera actualmente la Planta Televisiva con un equipo de trabajadores más extenso.

DAT TELEVISION amplia horizontes porque se enfocan en una programación variada, la cual incluye espacios de noticias y de opinión, dirigidos por competentes profesionales de la comunicación social. Recreativos para todo público, con horario infantil. Variedades, dibujos animados. Series televisivas de los años 70, 80 y 90.

Programas educativos, dirigidos a las amas de casas, (manualidades, cocina, moda). Programas infantiles, orientados a promover los principios y valores personales, familiares y comunitarios; entre ellos el amor a Dios y al Prójimo, la dedicación al estudio y al comportamiento ciudadano. Programas de orientación familiar, entre otros. Todo de conformidad a los fundamentos legales, exigidos por las leyes venezolanas.

### **1.3 Misión**

Motivar a la teleaudiencia con una programación innovadora, refrescante y todo público; con un mensaje que permita transmitir nuestros sentimientos, valores y los principios del amor de Dios. Generando grandes transformaciones a las personas que

nos ven. Comprometidos con el bienestar de nuestro equipo humano y el desarrollo del país.

#### **1.4 Visión**

Ser punta de lanza, en imagen, contenido, información y conocimiento, con cobertura en todo el país y señal internacional; consolidando la rentabilidad de nuestros productos y servicios, y a la satisfacción plena de nuestros clientes.

#### **1.5 Valores Corporativos**

Los trabajadores de DAT TELEVISION están orientados hacia los siguientes valores empresariales:

**Ética:** Entendida como el compromiso que se adquiere con uno mismo de respetar el sistema de valores en la interacción interna y externa.

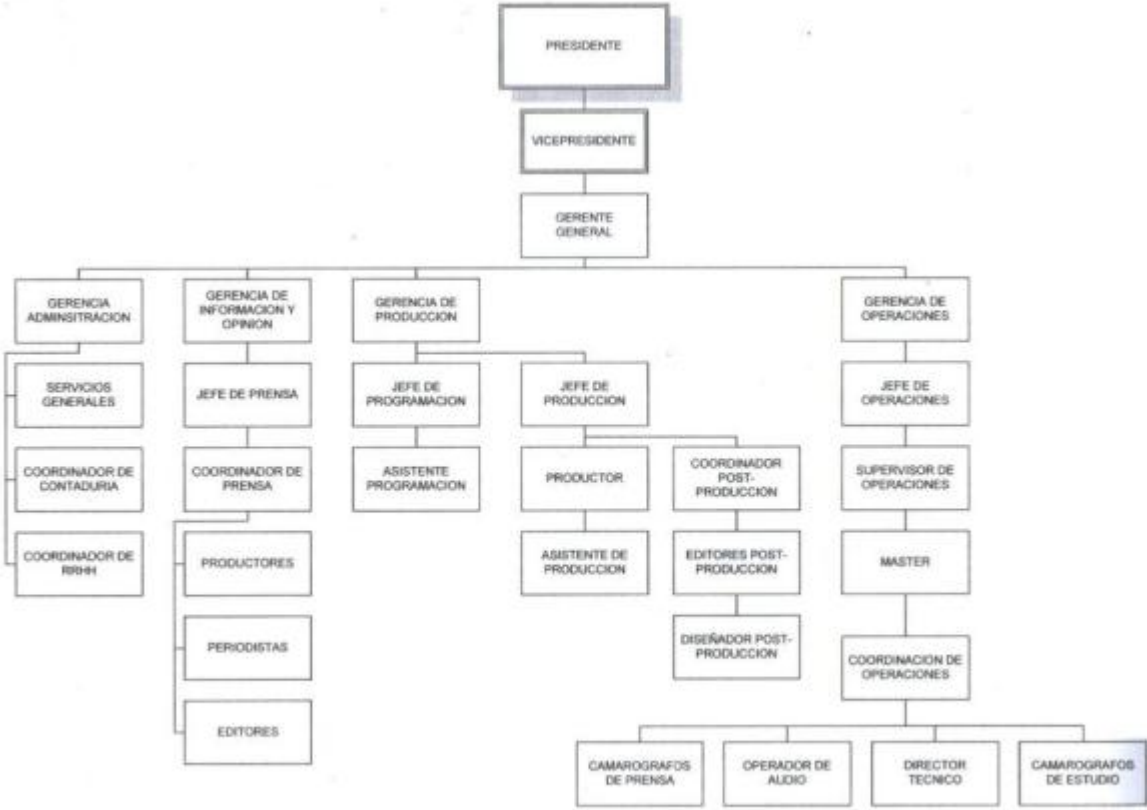
**Innovación:** Vista como la promoción a la búsqueda de la excelencia empresarial.

**Responsabilidad Social:** Encausada a la integración voluntaria en las preocupaciones sociales, económicas y/o relevantes del entorno donde se realizan las operaciones.

**Respeto:** hacia las personas y hacia la empresa. Orientada hacia el trabajo en equipo, las relaciones interpersonales y el desarrollo integral de los trabajadores, sin discriminación de cargos, con el objeto de lograr un crecimiento organizacional y un buen clima laboral.

**Orientación al cliente:** Enfocada hacia la satisfacción plena de las expectativas de nuestros clientes.

### 1.6 Organigrama



**Figura 2:** Organigrama de la Empresa DAT TELEVISION C.A.

**Fuente:** La Empresa

## **CAPITULO II**

### **EL PROBLEMA**

#### **2.1 Planteamiento del Problema**

El ser humano tiene la necesidad de comunicarse, de ser escuchado y sobre todo de interactuar con los demás seres vivos que lo rodean, en las últimas décadas los avances tecnológicos en el área de las telecomunicaciones han sido asombrosos y han ampliado considerablemente el espectro de posibilidades y servicios de comunicación.

Los primeros sistemas de telecomunicación implementado fue la telegrafía óptica, el cual permitía acortar la duración de transmisión del mensaje, luego apareció el telégrafo eléctrico el cual consistía en un aparato que transmitía mensajes codificados a larga distancia mediante impulsos eléctricos que circulaban a través de un cable conductor. El teléfono fue una de las ideas que revoluciono rápidamente los sistemas de telecomunicaciones. Después de este avance aparecieron la radio, la televisión, y tiempo después las computadoras y los satélites. Con el desarrollo de la electrónica se han logrado grandes avances tecnológicos, los cuales nos han llevado a prosperar firmemente en la manera de comunicamos.

En Venezuela las telecomunicaciones nacen con el servicio de correos colonial, teniendo a partir de allí una evolución constante, actualmente podemos observar que el país ha pasado por una serie de cambios, en los cuales se han dado pasos agigantados, estos comenzaron en el año 1832 hasta la actualidad. Se debe tener en cuenta que seguirán surgiendo cambios, ya que siempre se busca reducir el tiempo de transmisión para permitir así un acceso sin precedentes y con mucha versatilidad, aunque por la situación actual del país ese crecimiento ha mermado considerablemente.



El canal de televisión DAT TELEVISION transmite su programación televisiva a todo el estado Carabobo utilizando señal por cable y solo algunas partes de este estado disfrutan de su señal de manera abierta, para lograr esto el canal tiene un enlace de microondas desde la planta del canal (Transmisor) hacia la torre Coyserca (Receptor) ubicada en la fila el trigal y en dicha torre también está ubicada la unidad trasmisora de señal abierta y los transmisores de los enlaces vía microondas hacia las cableras Intercable (Receptor) ubicado en Turmero Estado Aragua y Netuno (Receptor) ubicado en La Urb. Prebo del Municipio Valencia.

Se estima que el funcionamiento de esta red de transmisión sea de forma ininterrumpida para la audiencia de este canal y de esta forma se brinda un servicio de calidad y confiable.

En la actualidad para probar los equipos del enlace microondas, simultáneamente los técnicos tienen que estar en la torre de comunicaciones ubicada en la sede del canal y en la torre de comunicaciones ubicada en la Fila El Trigal en este caso en particular tienen que subir el cerro a pie o usando vehículo todo terreno con todos los equipos a probar.

Para realizar estas pruebas se utiliza el enlace entre las dos locaciones antes mencionadas que es la de la señal en vivo.

Por tal motivo se deja fuera del aire la transmisión del canal mientras se realizan todas las pruebas.

## **2.2 Formulación del Problema**

En este sentido, se presenta la siguiente interrogante ¿Cómo se puede mejorar el proceso de comprobación de los equipos de microondas de DAT TELEVISION?

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo General**

Proponer el diseño de un banco de prueba en la sede del canal para los equipos de enlace de microondas para la empresa DAT TELEVISION.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- Estudio de la situación actual de los enlaces microondas usados en el canal de televisión.
- Estudio de posibles soluciones para comprobar los equipos de microondas.
- Proponer el diseño del banco de pruebas adecuado al espacio disponible en la planta del canal.

### **2.4 Justificación**

Con esta propuesta se podrá realizar las pruebas en cualquier momento y en la planta física, por ende, permite no seguir afectando la operatividad del canal.

Los técnicos que usarán este banco de pruebas propuesto podrán contar con una manera eficaz para realizar las comprobaciones necesarias en menor tiempo y usando la menor cantidad de recursos que posee el canal.

El beneficio que se obtendrá con esta investigación es la adquisición de conocimientos con respecto a lo que se refiere al diseño de un banco de pruebas basada en enlace vía microondas.

En este orden de ideas, se desea lograr diseñar el banco de pruebas de enlace vía microondas cumpliendo con el objetivo establecido por la empresa obteniendo resultados satisfactorios.

### **2.5 Alcance del Estudio**

Con esta investigación se pretende diseñar la propuesta de un banco de pruebas para los equipos de enlaces de microondas para la empresa DAT TELEVISION en el municipio Naguanagua.

### **2.6 Limitaciones del Estudio**

Una de las limitaciones es por la parte tecnológica la empresa no posee los equipos de medición necesarios.

Y la principal limitación es por parte económica en estos momentos no posee los recursos necesarios para la adecuación del área destinada para la implementación de esta propuesta.

## CAPITULO III

### MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL

#### 3.1 Antecedentes

A continuación se presentan diferentes trabajos de investigación que se basan directamente con temas referentes al área de las Telecomunicaciones y sirven de orientación para el desenvolvimiento de los diversos puntos a tratar en el presente informe de pasantías, se revisaron de manera previa investigaciones relacionadas directa o indirectamente con la presente investigación. Entre las más relevantes están:

Carlos Chávez (2014) **“Implementación de enlace última milla para la nueva sede de la empresa SERVIDICA ubicada en la Zona Industrial Castillito.”** En este sentido la presente investigación se realiza en la empresa ATHERA C.A. La cual se encarga de hacer instalaciones, mantenimiento preventivo y conectivo de equipos de radio de transmisión ya sea de enlaces de microondas y de redes de fibra óptica. Además la empresa está encargada de cualquier otro acto de lícito comercio vinculado o relacionado con las telecomunicaciones y de actividades propias del objeto especial o principal de la compañía.

A través de la revisión bibliográfica se localizó un trabajo de grado realizado por Juan Pineda (2014). En el trabajo de grado titulado **"Diseño de un enlace de microondas para los servicios de voz y datos: Procedimiento de instalación, configuración y puesta en marcha"**, El mundo tecnológico se ha caracterizado por el increíble éxito de INTERNET, esto se debe al auge de los servicios móviles de cualquier tipo. En efecto, cada vez más los usuarios demandan el envío de información sin tener la necesidad de estar conectados a ningún cable. A través de esta tesis conoceremos la metodología de instalación de un enlace de microondas punto a punto de manera detallada, lo cual lo hace muy interesante, ya que esto se

encuentra basado en normas y recomendaciones de instalación de grandes proveedores de servicio de telefonía móvil.

Por su parte Pablo Agudelo (2013). En el informe de Pasantía **“Estudio de la cobertura obtenida por un transmisor de 1 kW ubicado en el Cerro Fortín Solano con la finalidad de llevar la señal abierta de DAT TELEVISION a la ciudad de Puerto Cabello y desarrollo del sistema satelital asociado”**. La presente investigación abordo y estructuro metodológicamente la descripción y explicación de los diversos elementos que facilitarán el estudio de cobertura obtenida con un transmisor de 1 kW ubicado en el cerro "Fortín Solano", con la finalidad de llevar la señal abierta del canal de televisión DAT TELEVISION a la ciudad de Puerto Cabello. Este transmite su programación televisiva a todo el estado Carabobo utilizando señal por cable y solo algunas partes de este estado disfrutan de su señal de manera abierta, es por esto que el canal proyecta llevar su programación televisiva a la ciudad Puerto Cabello. El estudio se realizó con un transmisor de 1 kW, ya que la empresa dispone de este y actualmente no está en uso y se espera que sea suficiente para lograr la cobertura en la ciudad de Puerto Cabello.

### **3.2 Bases teóricas**

#### **3.2.1 Comunicación Vía Microondas**

En la actualidad los sistemas de comunicaciones de radio microondas terrestres proporcionan menos de la mitad del recorrido total, en km. de los circuitos de transmisión de mensajes en el mundo. Sin embargo, en un determinado momento los sistemas de microondas portaban la mayoría de las comunicaciones a largas distancias para: la red de teléfonos públicos, redes de transmisión de datos, el envío de las señales de televisión y sistemas de comunicaciones militares, gubernamentales y privada. Recientemente los sistemas de microondas aprovechan de los principios de multiplicación por división de tiempo (TDM) modulados en PCM y utilizan técnicas de modulación digitales más modernas. En tal sentido, todas estas aplicaciones de microondas están siendo sustituidas por nuevos sistemas de comunicaciones, tales como: sistemas de comunicaciones satelitales y la fibra óptica.

### **3.2.2 Transmisión de Microondas**

Un sistema en el que se utilizan localmente las microondas constará fundamentalmente de un generador y de un medio de transmisión de la onda hasta la carga; estando el emisor compuesto por los elementos anteriormente citados, donde la carga será una antena emisora, mientras que el receptor será otra antena, medio de transmisión y detector adecuado. Además, en estos elementos existirían otras componentes como pueden ser atenuadores, defasadores, frecuencímetros, medidores de onda estacionaria, etc.: en este informe se toma fundamentalmente a la guía de onda, como elemento fundamental de transmisión a estas frecuencias.

En este orden de ideas, la guía de onda es en esencia una tubería metálica, a través de la cual se propaga el campo electromagnético sin prácticamente atenuación, dependiendo del material de que la misma está fabricada: así, a una frecuencia determinada, y para una geometría concreta, la atenuación será tanto menor cuanto mejor conductor sea el material. A diferencia de lo que ocurre en el medio libre, en el que el haz de ondas electromagnéticas es más o menos divergente y los campos transversales electromagnéticos (ondas TEM), en una guía el campo está confinado en el interior, evitándose la radiación hacia el exterior, y los campos ya no deben ser TEM sino que han de hacer necesariamente del tipo TE (campo eléctrico transversal a la dirección de propagación), o bien TM (campo magnético transversal) o bien híbridos, es decir, mezcla de TE y TM.

### **3.2.3 Propagación de Microondas**

Las microondas ocupan una porción del espectro de frecuencias entre 1 y 300 GHz que corresponden a 10 cm y 1 mm respectivamente, en longitudes de onda. En la práctica son ondas del orden de 1 GHz a 38 GHz.

Los sistemas de microondas son usados en enlaces de televisión, en multienlaces telefónicos y general en redes con alta capacidad de canales de información. Las microondas atraviesan fácilmente la ionosfera y son usadas también en comunicaciones por satélites. Por ellos, la longitud de onda muy pequeña permite antenas de alta ganancias. Como el radio Fresnel es relativamente pequeño, la

propagación se efectúa como en el espacio libre. Si hay obstáculos que obstruyan el radio de Fresnel, la atenuación es proporcional al obstáculo.

A la atenuación en espacio libre se le agregan algunos valores de atenuación debido a obstáculos:

- 6dB: Incidencia restante.
- 40 dB: Bloqueo total del haz.

La atenuación puede variar de 6 a 20 dB dependiendo del tipo de superficie que provoca la difracción. Así:

- 6 dB: Para una difracción en filo de cuchilla, con incidencia restante.
- 20 dB: Difracción con incidencia restante en obstáculo más redondeado como terreno ligeramente ondulado o agua que sigue la curva tura restante.

En condiciones desfavorables las pérdidas por reflexión pueden ser de hasta 50 dB (propagación sobre mar). Si la superficie es rugosa se consideran despreciables las pérdidas por reflexión.

### **3.2.4 Sistemas Simplificados de Radio de Microondas FM**

La banda base es la señal compuesta que modula la portadora de FM y pueden incluir uno o más de los siguientes:

- Canales de banda de voz con multicanalización por división de frecuencia.
- Canales de banda de voz con multicanalización por división de tiempo.
- Imágenes o video compuesto.
- Datos de banda ancha.

#### **3.2.4.1 Transmisor de Radio de Microondas FM:**

En el transmisor de microondas FM un red de preénfasis precede al desviador o modulador de FM. Esta red de preénfasis proporciona un impulso de amplitud a las frecuencias más altas de la banda base. Además, asegura una relación señal a ruido más uniforme. El desviador de FM proporciona la modulación de la portadora de IF que se convertirá en la portadora de la microonda, esta frecuencia IF se encuentra en el rango de 60 a 80MHz. Siendo 70MHz la más común, utilizando índice de

modulación de bajo índice entre 0.5 y 1, esto produce una señal de FM de banda angosta en la salida del desviador. El ancho de banda de IF se asemeja a la AM convencional y es aproximadamente igual al doble de la frecuencia de la banda base más alta.

Típicamente, se consideran frecuencias de microondas las frecuencias por arriba de 1000MHz (1GHz). Actualmente existen sistemas de microondas que operan con frecuencia de portadoras, hasta aproximadamente 38GHz. Además, la red combinada de canal proporciona una forma de conectar más de un transmisor de microondas a una sola línea de transmisión alimentando la antena.

#### **3.2.4.2 Receptor de Radio de Microondas FM:**

La red de separación de canal proporciona el aislamiento y filtración necesaria para separar canales individuales de microondas y dirigirlos a los respectivos receptores. El filtro pasa-bandas, el mezclador de AM, y el oscilador de microondas conviene descendiendo las frecuencias de RF de microondas a frecuencias de IF y pasan al demodulador de FM. En la salida del detector de FM, una red de énfasis restaura la señal de banda base a la densidad espectral original.

#### **3.2.4.3 Repetidora de Radiomicroondas de FM.**

Típicamente la distancia máxima permisible entre transmisor de microondas FM y receptor de microondas asociado está entre 25 y 60Km. Los sistemas de microondas de largo enlace que son aquellos de más de 60 Km necesitan los repetidores.

Un repetidor de microondas consiste en un receptor y un transmisor colocados entorno con el sistema. La estación del repetidor recibe una señal, la amplificada, le da una nueva forma y retransmite la señal.

#### **3.2.5 Aplicaciones de las Microondas**

Sin duda podemos decir que el campo más valioso de aplicación de las microondas es el ya mencionado de las comunicaciones, desde las que pudiéramos denominar privadas, pasando por las continentales e intercontinentales, hasta llegar a las extraterrestres. En este terreno, las microondas actúan generalmente como portadoras de información, mediante una modulación o codificación apropiada.

En los sistemas de radar, cabe citar desde los empleados en armamento y navegación, hasta los utilizados en sistemas de alarma: estos últimos sistemas suelen también basarse en efecto DOPPLER o en cambios que sufre la razón de onda estacionaria (SWR) de una antena, pudiendo incluso reconocerse la naturaleza del elemento de alarma. Sistema automático de puertas, medida de velocidad de vehículos, etc. Otro gran campo de aplicación es el que se pudiera denominar científico.

En radioastronomía ocurre que las radiaciones extraterrestres con frecuencia comprendidas entre 10MHz y 10GHz pueden atravesar el filtro impuesto por la atmosfera y llegar hasta nosotros. Entre estas radiaciones están algunas de tipo espectral, como la línea de 1420 OH, y otras de tipo continuo debidas a radiación térmica, emisión giromagnética, sicutónica. etc. La detección de estas radiaciones permite obtener información de la dinámica y constitución del universo.

En el estudio de los materiales (eléctricos, magnéticos, palmas) las microondas se pueden utilizar bien para la determinación de parámetros macroscópicos, como son la permitividad eléctrica y la permeabilidad magnética, bien para el estudio directo de la estructura molecular de la materia mediante técnicas espectroscópicas y de resonancia. En el campo médico y biológico utilizan las microondas para la observación de cambios fisiológicos significativos de parámetros del sistema circulatorio y respiratorio.

Es imposible hacer una enumeración exhaustiva de aplicaciones que, aparte de las ya citadas, pueden ir desde la mera confección de juguetes hasta el controlar de procesos o funcionamiento de computadoras ultra rápidos. Quizás el progreso futuro de las microondas están en el desarrollo cada día mayor, de los dispositivos a estado sólido en los cuales se consigue una disminución de precio y tamaño que puede llegar a niveles insospechados, estos sistemas son la combinación de los generadores a semiconductores con las técnicas de circuitería integrada, fácilmente adaptables a la producción en masa.



Sin embargo, no todo los beneficios: un crecimiento incontrolado de la utilización de las microondas, puede dar lugar a problemas no sólo de congestión del espectro, interferencias etc. sino también de salud humana: éste último espectro no está suficientemente estudiado, como se deduce del hecho de que los índices de peligrosidad sean marcadamente diferentes de unos países a otros.

### **3.2.6 Confiabilidad de Sistemas de Radiotransmisión por Microondas**

Las normas de seguridad de funcionamiento de los sistemas de microondas han alcanzado gran rigidez. Por ejemplo, se utiliza un 99.98% de confiabilidad general e un sistema patrón de 6000 Km. de longitud, lo que equivale a permitir solo un máximo de 25 segundos de interrupción del año por cada enlace. Por enlace o radio enlace se entiende el tramo de transmisión directa entre dos estaciones adyacentes, ya sean terminales o repetidoras, de un sistema de microondas. El enlace comprende los equipos correspondientes de las dos (02) estaciones, como así mismo las antenas y el trayecto de propagación entre ambas. De acuerdo con las recomendaciones del ITU-T los enlaces, deben tener una longitud media de 50 Km.

### **3.2.7 Transmisor de Comunicaciones de Microondas**

Una cadena de retransmisión de microondas comprende un transmisor, un receptor y otros equipos relacionados dispuestos para transmitir y recibir señales entre las estaciones terminales, entre la terminal y las estaciones repetidoras o entre las estaciones repetidoras.

La estructura fundamental del transmisor de microondas consiste en un oscilador, generalmente un Klystron. Un modulador y un amplificador, el tipo de las unidades empleadas dependen de la frecuencia de transmisión, la magnitud de la potencia de salida necesaria y del tipo de modulación.

### **3.2.8 Antenas y Torres de Microondas**

La distancia cubierta por los enlaces de microondas puede ser incrementada por el uso de repetidoras, las cuales amplifican y redireccionan la señal, es importante destacar que los obstáculos de la señal pueden ser salvados a través de reflectores pasivos. La señal de microondas transmitida es distorsionada y atenuada mientras

viaja desde el transmisor hasta el receptor, estas atenuaciones y distorsiones son causadas por una pérdida de poder dependiente a la distancia, reflexión y refracción debido a obstáculos y superficies reflectoras, y a pérdidas atmosféricas.

Debido al uso de las frecuencias antes mencionada algunas de las ventajas son:

- Antenas relativamente pequeñas son efectivas.
- A estas frecuencias las ondas de radio se comportan como ondas de luz, por ello la señal puede ser enfocada utilizando antenas parabólicas y antenas de embudo, además pueden ser reflejada con reflectores pasivos.
- Otra ventaja es el ancho de banda, que va de 2 a 24 GHz.

Como todo en la vida, el uso de estas frecuencias también posee desventajas:

- Las frecuencias son susceptibles a un fenómeno llamado desvanecimiento de multitrayectoria, lo que causa profundas disminuciones en el poder de las señales recibidas.
- A estas frecuencias las pérdidas ambientales se transforman en un factor importante, la absorción de poder causada por la lluvia puede afectar dramáticamente el performance del canal.

### **3.2.9 Banda Base**

En telecomunicaciones, el termino banda base se refiere a la banda de frecuencias producidas por un transductor, tal como un micrófono, un manipulador telegráfico u otro dispositivo generador de señales que no es necesario adaptarlo al medio por el medio que se va a transmitir. La Banda base es una señal de una sola transmisión en un canal, la banda ancha significa que llevan más de una señal y cada una de ellas se transmite en diferentes canales, hasta el número máximo de canal.

En los sistemas de transmisión, la banda base es generalmente utilizada para modular una portadora. Durante el proceso de demodulación se reconstruye la señal banda base original. Por ello, podemos decir que la banda base describe el estado de la señal antes de la modulación y de la multiplicación y después de la desmultiplicación y demodulación.

Las frecuencias de banda se caracterizan por ser generalmente más bajas que las resultantes cuando estas se utilizan para modular una portadora o subportadora. Por ejemplo, es señal de banda base la obtenida de la salida de video compuesto de dispositivos como grabadores, reproductores de video y consolas de juego, a diferencia de las señales de televisión que deben ser moduladas para poder transportarla vía aérea (por señal libre o satélite) o por cable.

En transmisión de facsímil, la banda base es la frecuencia cero y la frecuencia máxima de codificación.

Las funciones de la etapa banda-base son:

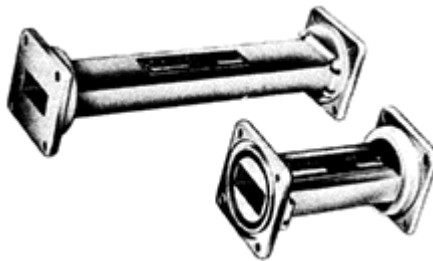
- Formación de una trama de datos.
  - Permitir efectuar el alineamiento de tramas.
  - Ofrece suficiente capacidad de tráfico adicional para canales de servicio para hablar EOW (orderwire).
  - Transportar canales de datos para supervisión y gestión.
  - Adiciona bits de paridad para el control de errores y emisión de alarmas.
- Permitir la protección del tipo N+1.
  - Esta operación se realiza mediante la conmutación de hit-less entre dos (02) señales de recepción.
  - Los comandos de conmutación son seleccionados en base a las alarmas de tasa de error VER.
- Temporización del aparato.
  - La temporización de un equipo de radio es en forma independiente a la red (Free Running) para sistemas PDH.
- Protección mediante conmutación.
  - La conmutación de canales con las mismas bandas base digital se requiere como mecanismo de protección para contrarrestar las fallas de equipos y la mala propagación.

### 3.2.10 Guías de Ondas

En algunos sistemas de telecomunicaciones utilizan la propagación de ondas en el espacio libre, sin embargo también se puede transmitir información mediante el confinamiento de las ondas en cables o guías. En altas frecuencias las líneas de transmisión y los cables coaxiales presentan atenuaciones muy elevadas por lo que impiden que la transmisión de la información sea la adecuada especialmente en el caso de las señales cuyas longitudes de onda son del orden de centímetros.

La transmisión de señales por guías de onda reduce la disipación de energía, es por ello que se utilizan en las frecuencias denominadas de microondas con el mismo propósito que las líneas de transmisión en frecuencias más bajas. Se utilizan tubos metálicos de sección rectangular, circular o elíptica. Las paredes conductoras del tubo confinan la onda al interior por reflexión donde el tubo puede estar vacío o relleno con un dieléctrico. El dieléctrico le da soporte mecánico al tubo (las paredes pueden ser delgadas), pero reduce la velocidad de propagación (ver figura 3).

En las guías, los campos eléctricos y los campos magnéticos están confinados en el espacio que se encuentra en el interior, y las pérdidas en el dieléctrico son muy bajas debido a que suele ser aire. Este sistema evita que existan interferencias en el campo por otros objetos, al contrario de lo que ocurría en los sistemas de transmisión abiertos.



**Figura 3:** Guía de onda rectangular

**Fuente:** <http://guiasdeonda-sanchez.blogspot.com>

### **3.2.11 Antenas de Microondas**

#### **Antenas Parabólicas**

La antena parabólica es un tipo de antena que se caracteriza por llevar un reflector parabólico. Su nombre proviene de la similitud a la parábola generada al cortar un cono recto con un plano paralelo a la directriz. Las antenas parabólicas pueden ser usadas como antenas transmisoras el reflector parabólico refleja la onda electromagnética generada por un dispositivo radiante que se encuentra ubicada en el foco del reflector en forma más coherente que otro tipo de antenas, mientras que en las antenas receptoras el reflector parabólico concentra la onda incidente en el foco donde también se encuentra un detector. Normalmente estas antenas en redes de microondas operan en forma full dúplex, es decir, transmiten y reciben simultáneamente.

#### **Tipos de antenas parabólicas:**

Atendiendo a la superficie reflectora, pueden diferenciarse varios tipos de antenas parabólicas, los más extendidos son los siguientes:

- La antena parabólica de foco centrado o primario, que se caracteriza por tener el reflector parabólico centrado con respecto del foco.
- La antena parabólica de foco desplazado u Offset, que se caracteriza por tener el reflector parabólico desplazado respecto del foco. Son más eficientes que las parabólicas de foco centrado, porque el alimentador no hace sombra sobre la superficie reflectora.
- La antena parabólica Cassegrain, que se caracteriza por llevar un segundo reflector cerca del foco, el cual refleja la onda radiada desde el dispositivo radiante hacia el reflector en las antenas transmisoras, o refleja la onda recibida desde el reflector hacia el dispositivo detector en las antenas receptoras.

### **Antenas Reflectoras Típicas**

En los enlaces radioeléctricos terrestre por problemas de interferencias se requieren reflectores adicionales de alto rendimiento y ancho de banda., se han adoptado viseras recubiertas de material absorbente que disminuyen los campos difusos. En una antena parabólica típica de una onda esférica procede del alimentador de la antena el cual actúa de frente primaria y es transformada en una onda plana tras el paso por el reflector. El problema reside en iluminar el reflector desde el foco del mismo.

El reflector de la antena debe cumplir la condición de entregar una onda plana a la salida del mismo. En teoría el alimentador es una fuente puntual que alimenta al reflector que está situado en el foco de la parábola. En la práctica ocupa un espacio y no satisface el diagrama direccional. La energía radiada por el alimentador desborda al reflector y produce una emisión espuria que crea lóbulos laterales.

#### **3.3 Definición de términos básicos**

**AM:** es la modulación de amplitud (AM), ella se encarga de la transmisión de información a través de una onda portadora de radio, esta funciona mediante la variación de la amplitud de la señal transmitida en relación con la información que se envía.

**Ancho de banda:** longitud, medida en Hz, del rango de frecuencia en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal.

**Antena:** dispositivo diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre.

**Atenuación:** pérdida de potencia sufrida por la misma al transitar por cualquier medio de transmisión.

**dB:** el decibelio es la unidad relativa que expresa la relación entre dos magnitudes: la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia.

**Demodulación:** engloba el conjunto de técnicas utilizadas para recuperar la información transportada por una onda portadora, que en el extremo transmisor había sido modulada con dicha información.

**Distorsión:** diferencia entre señal que entra a un equipo o sistema y la señal de salida del mismo.

**Efecto Doppler:** es un fenómeno físico donde un aparente cambio de frecuencia de onda es presentado por una fuente de sonido con respecto al observador cuando esa misma fuente se encuentra en movimiento.

**FM:** es la frecuencia modulada (FM) o modulación de frecuencia es una modulación angular que transmite información a través de una onda portadora variando la frecuencia, contrastando esta con la amplitud modulada o modulación de amplitud (AM), en donde la amplitud de la onda es variada mientras que la frecuencia se mantiene constante.

**GHz:** el gigahercio (GHz) es un múltiplo de la unidad de medida de frecuencia hercio (Hz) y equivale a  $10^9$  (1.000.000.000) Hz. Por lo tanto, tiene un período de oscilación de 1 nanosegundo.

**ITU-T:** Unión Internacional de Telecomunicaciones.

**Klystron:** es una válvula de vacío de electrones en la cual se produce una modulación inicial de velocidad impartida a los electrones. En la última etapa se genera un campo eléctrico que es función de la velocidad modulada del haz de electrones y que finalmente genera una corriente de microondas. Se utiliza como amplificador en la banda de microondas o como oscilador.

**Ley de Snell:** es una fórmula utilizada para calcular el ángulo de refracción de la luz al atravesar la superficie de separación entre dos medios de propagación de la luz (o cualquier onda electromagnética) con índice de refracción distinto.

**MHz:** Un megahercio (MHz) equivale a  $10^6$  hercios (1 millón). Se utiliza muy frecuentemente como unidad de medida de la frecuencia de trabajo de un dispositivo de hardware, o bien como medida de ondas electromagnéticas en telecomunicaciones  
Microondas: ondas electromagnéticas definidas en un rango de frecuencias determinado; generalmente de entre 300 MHz y 300 GHz.

**Modulación:** engloba el conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal. Estas técnicas permiten un mejor

aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea, protegiéndola de posibles interferencias y ruidos.

**Multiplexor:** dispositivo que permite la transmisión de varias señales por un mismo enlace simultáneamente, pudiendo ser por división temporal o por frecuencia.

**Parábola:** se llama parábola al lugar geométrico de los puntos del plano que equidistan de un punto fijo, llamado foco, y de una recta fija llamada directriz.

**PCM:** la modulación por impulsos codificados (MIC o PCM por las siglas inglesas de Pulse Code Modulation) es un procedimiento de modulación utilizado para transformar una señal analógica en una secuencia de bits (señal digital). Una trama o stream PCM es una representación digital de una señal analógica en donde la magnitud de la onda analógica es tomada en intervalos uniformes (muestras), cada muestra puede tomar un conjunto finito de valores, los cuales se encuentran codificados.

**Preénfasis:** incremento de nivel de altas frecuencias de audio en proporción directa al aumento de amplitud del ruido en dichas frecuencias, antes de la modulación, con el fin de mantener una relación, constante a través de toda la banda de transmisión.

**Propagación:** conjunto de fenómenos físicos que conducen a las ondas del transmisor al receptor.

**RF:** El término radio frecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 KHz y unos 300 GHz.

**Radioenlace:** sistema de comunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, que proporcionan una capacidad de información, con características de calidad y disponibilidad determinadas.

**Señal:** variación de una corriente eléctrica u otra magnitud física que se utiliza para transmitir información.

**SWR:** significa relación de ondas estacionarias también se define por las siglas ROE o SWR. Una excesiva ROE genera una pérdida en la potencia de transmisión del equipo. Potencia que es reflejada o devuelta al transmisor en forma de calor,



disminuyendo la potencia efectiva de salida y poniéndolo en peligro, ya que. podría quemar los transistores de salida de potencia final del mismo inutilizándolo para operar.

**TDM:** multiplexación por división de tiempo (MDT) o (TDM), el ancho de banda total del medio de transmisión es asignada a cada canal durante una fracción del tiempo total (intervalo de tiempo).

**TEM:** onda transversal electromagnética.

## **CAPITULO IV**

### **FASES METODOLÓGICAS**

#### **4.1 Fases metodológicas**

##### **Fase I: Descripción de la situación actual**

En esta fase se estudió la situación actual de los enlaces microondas usados en el canal de televisión, para lo cual se tomó en cuenta la descripción del lugar, los equipos y el trabajo que están realizando cada uno de ellos para así tener una visión clara del problema a solucionar.

##### **Fase II: Estudio comparativo de las posibles soluciones del problema y su selección**

Estudio de posibles soluciones para comprobar los equipos de microondas. Una vez identificado el problema, se estudiaron las posibles opciones y se seleccionó la alternativa con mayor factibilidad para su solución.

##### **Fase III: Propuesta de la solución al problema planteado**

Se propone el diseño del banco de pruebas adecuado al espacio disponible en la planta del canal, se procedió a desarrollar la propuesta que fue planteada para así finalmente cumplir con los objetivos trazados.

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1 Fase I: Descripción de la situación actual**

DAT TELEVISIÓN tiene un sistema de enlaces vía microondas que transporta la señal de audio y video que va desde la sede del canal (Master) hasta la Torre Coyserca, que da servicio de señal abierta y también de esta torre se distribuye la señal de audio y video a dos operadoras de TV por cable a través de un enlace vía microondas por cada operadora.

Se observó que este sistema de transmisión es analógico y su modo de transmisión es simplex el cual es adecuado para transmitir la señal de televisión comprendida por audio y video. El fabricante de este sistema es OBM ELECTRONICA.

Este sistema está comprendido por 3 transmisores de microondas (indoor link y outdoor link), 3 receptores de microondas (indoor link y outdoor link), un trasmisor para la señal abierta, un distribuidor de audio y video, 3 antenas panel para señal abierta, 6 antenas parabólicas (con su plato e iluminador) de las cuales 3 son usadas para la transmisión microondas y 3 son usadas para la recepción microondas.

Para conectar el conjunto indoor link, outdoor link y antena parabólica usan cable coaxial. Para interconectar los Indoor link (tanto transmisores como receptores) también se usa cable coaxial RG-8. Y para conectar el transmisor de señal abierta a las antenas panel usan guía de onda.

Los equipos de este sistema son los siguientes:

Tx Indoor Link OMB MOD70.

Tx Outdoor Link OMB 7 GHz.

Antena Parabólica 1.2 mts. OMB.

Rx Indoor Link OMB DEM70.

Rx Outdoor Link OMB 7 GHz.

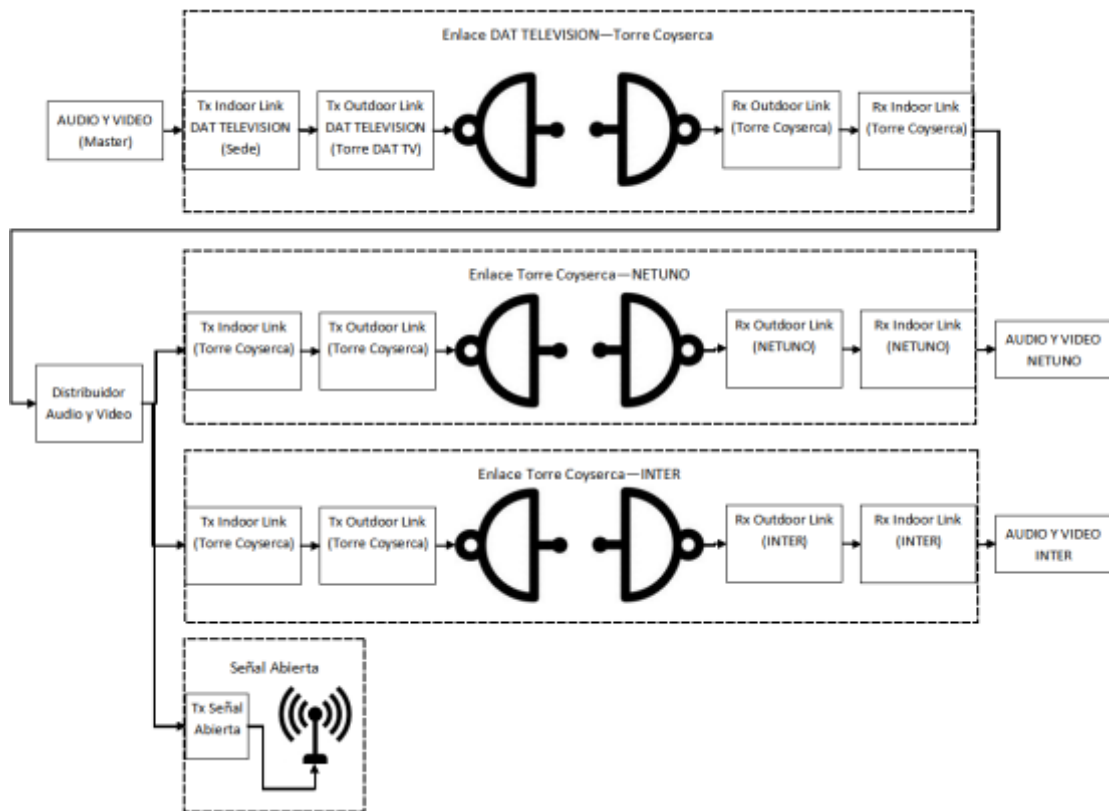
Transmisor Multistandar UHF OMB MOT 15.

Antena Panel UHF PD 2000.

Distribuidor Audio y Video Comprehensive CVG -10 ARII.

Este sistema trabaja en las frecuencias desde 6,5 a 7,2 GHz.

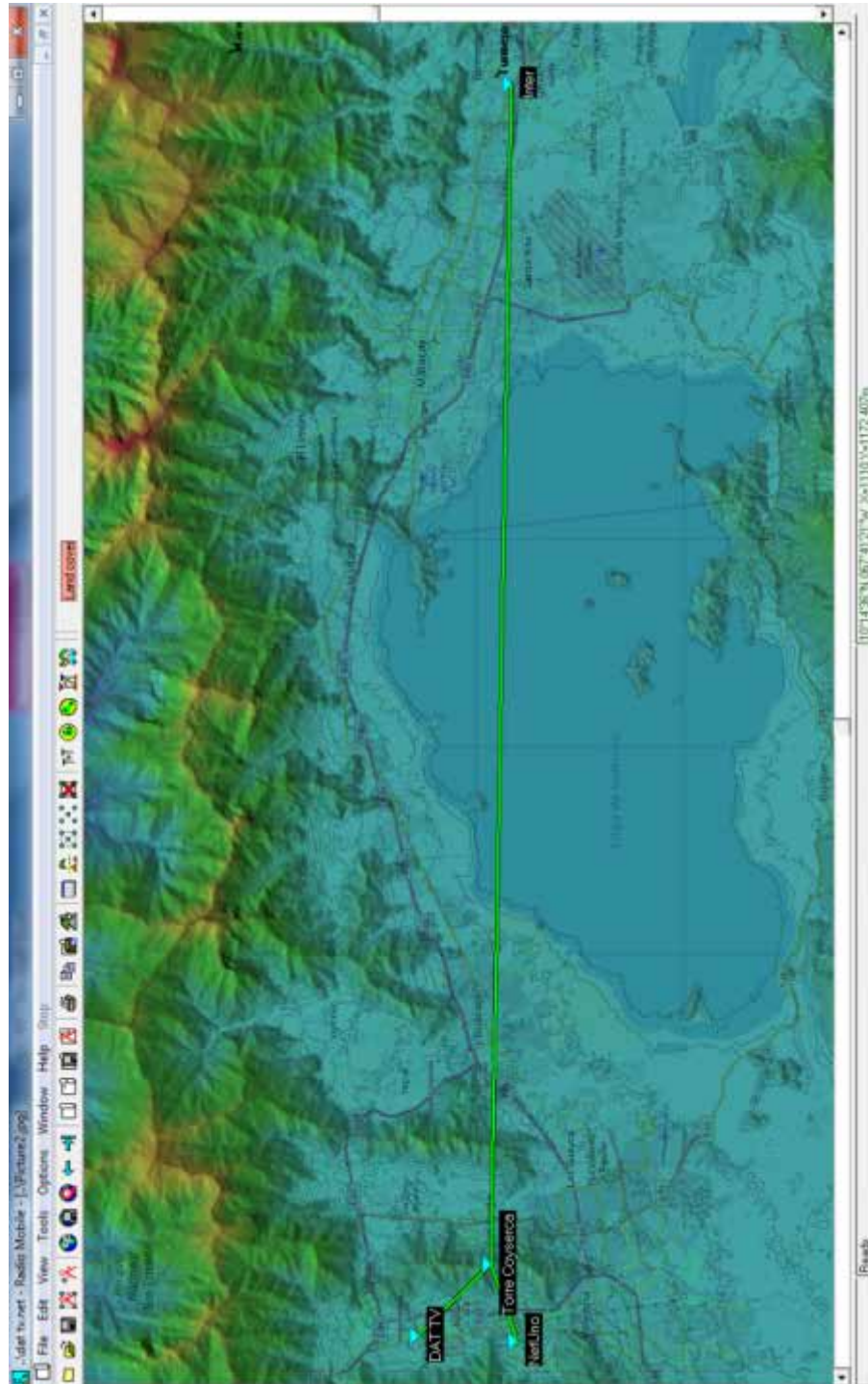
A continuación se describe gráficamente los enlaces existentes para la transmisión de la señal de televisión en DAT TELEVISION (ver figura 4).



**Figura 4:** Sistema de transmisión DAT TELEVISION

**Fuente:** El Autor

Este sistema está distribuido geográficamente por medio de los tres enlaces que se muestran a continuación en la siguiente figura (ver figura 5).



**Figura 5:** Enlaces de DAT TELEVISION

**Fuente:** El Autor

Estos tres enlaces son:

- **Sede DAT TV – Torre Coyserca:** Este enlace funciona a una frecuencia de 7,1 GHz, desde el transmisor ubicado en la sede del canal en Naguanagua hasta el receptor del enlace microondas en la torre en Fila El Trigal en Valencia. Estos puntos están ubicados en las siguientes coordenadas. (ver tabla 1).

**Tabla 1:** Ubicación geográfica de los equipos Sede DAT TV – Torre Coyserca

Sede DAT TV	Torre Coyserca
10°15'08,6" N	10°13'19,9" N
68°00'44,6" O	67°58'56" O

Este enlace tiene los siguientes parámetros configurados:

Frecuencia 7100 MHz (F).

Distancia: 4,71 Km (d).

Potencia del Transmisor: 1 W o 30 dBm ( $P_{TX}$ ).

Ganancia de la Antena Transmisora: 28 dBi ( $G_{TX}$ ).

Atenuación de cables en el Transmisor: 1 dB ( $A_{TX}$ ).

Ganancia de Antena Receptora: 28 dBi ( $G_{RX}$ ).

Atenuación de cables en el Receptor: 1 dB ( $A_{RX}$ ).

Umbral de Receptor: -70 dBm (Rx min).

Los cálculos teóricos de este enlace son:

**Perdida en el Espacio Libre (L)**

$$L = 20 \log (d) + 20 \log (F) + 32,4$$

$$20 \log (4,71) + 20 \log (7100) + 32,4$$

$$122,89 \text{ dB}$$

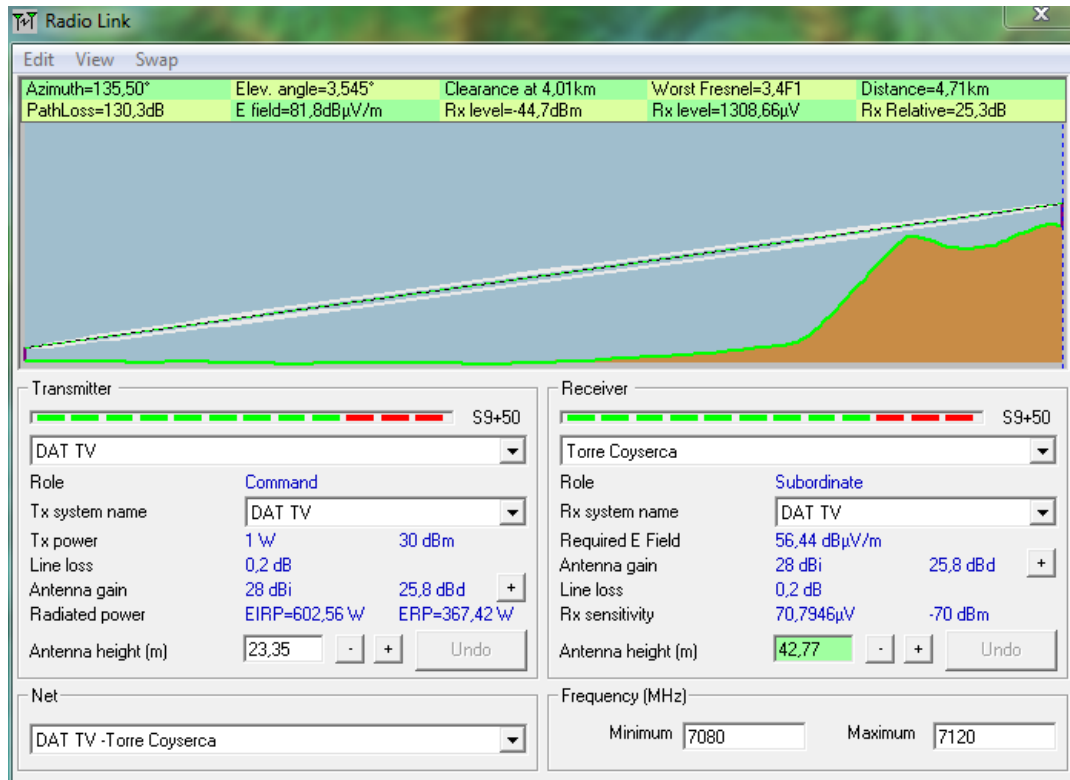
## Potencia en el Receptor

$$P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} - A_{TX} - L + G_{RX} - A_{RX}$$

$$30 \text{ dBm} + 28 \text{ dBi} - 1 \text{ dB} - 122,89 \text{ dB} + 28 \text{ dBi} - 1 \text{ dB}$$

$$-38,89 \text{ dBm}$$

Los cálculos teóricos de la potencia recibida por el receptor microondas ( $P_{RX}$ ) son muy similares con los cálculos mostrados por el simulador Radio Mobile (Rx level) (ver figura 6).



**Figura 6:** Enlace Sede DAT TV – Torre Coyserca

**Fuente:** El Autor

- **Torre Coyserca – Sede NETUNO:** Este enlace funciona a una frecuencia de 6,5 GHz, desde el transmisor ubicado en la torre en la Fila El Trigal en Valencia hasta el receptor del enlace microondas en la sede de NETUNO en

Valencia. Estos puntos están ubicados en las siguientes coordenadas. (ver tabla 2).

**Tabla 2:** Ubicación geográfica de los equipos Torre Coyserca – Sede NETUNO

Torre Coyserca	Sede NETUNO
10°13'19,9" N	10°12'40,1" N
67°58'56" O	68°00'53,5" O

Este enlace tiene los siguientes parámetros configurados:

Frecuencia 6500 MHz (F).

Distancia: 3,78 Km (d).

Potencia del Transmisor: 1 W o 30 dBm ( $P_{TX}$ ).

Ganancia de la Antena Transmisora: 28 dBi ( $G_{TX}$ ).

Atenuación de cables en el Transmisor: 1 dB ( $A_{TX}$ ).

Ganancia de Antena Receptora: 28 dBi ( $G_{RX}$ ).

Atenuación de cables en el Receptor: 1 dB ( $A_{RX}$ ).

Umbral de Receptor: -70 dBm (Rx min).

Los cálculos teóricos de este enlace son:

#### **Perdida en el Espacio Libre (L)**

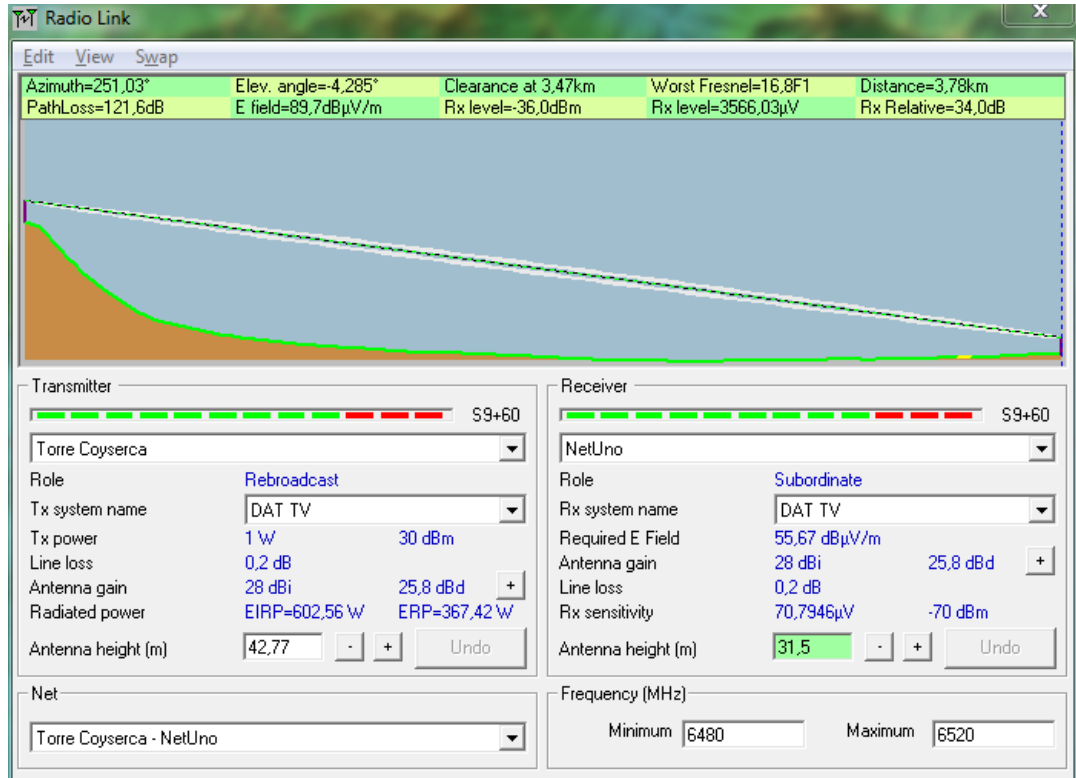
$$\begin{aligned} L &= 20 \log (d) + 20 \log (F) + 32,4 \\ &= 20 \log(3,78) + 20 \log(6500) + 32,4 \\ &= 120,21 \text{ dB} \end{aligned}$$

#### **Potencia en el Receptor**

$$\begin{aligned} P_{RX} &= P_{TX} + G_{TX} - A_{TX} - L + G_{RX} - A_{RX} \\ &= 30 \text{ dBm} + 28 \text{ dBi} - 1 \text{ dB} - 120,21 \text{ dB} + 28 \text{ dBi} - 1 \text{ dB} \\ &= -36,21 \text{ dBm} \end{aligned}$$



Los cálculos teóricos de la potencia recibida por el receptor microondas (P<sub>RX</sub>) son muy similares con los cálculos mostrados por el simulador Radio Mobile (Rx level) (ver figura 7).



**Figura 7:** Enlace Torre Coyserca - NetUno

**Fuente:** El Autor

- **Torre Coyserca – Sede INTER:** Este enlace funciona a una frecuencia de 7,2 GHz, desde el transmisor ubicado en la torre en la Fila El Trigal en Valencia hasta el receptor del enlace microonda en la sede INTER en Turmero Estado Aragua. Estos puntos están ubicados en las siguientes coordenadas. (ver tabla 3).

**Tabla 3:** Ubicación geográfica de los equipos Torre Coyserca – Sede INTER

Torre Coyserca	Sede INTER
10°13' 19,9" N	10°12' 49,1" N
67°58' 56" O	67°29' 0,3" O

Este enlace tiene los siguientes parámetros configurados.

Frecuencia 7200 MHz (F).

Distancia: 54,57 Km (d).

Potencia del Transmisor: 1 W o 30 dBm ( $P_{TX}$ ).

Ganancia de la Antena Transmisora: 28 dBi ( $G_{TX}$ ).

Atenuación de cables en el Transmisor: 1 dB ( $A_{TX}$ ).

Ganancia de Antena Receptora: 28 dBi ( $G_{RX}$ ).

Atenuación de cables en el Receptor: 1 dB ( $A_{RX}$ ).

Umbral de Receptor: -70 dBm (Rx min).

Los cálculos teóricos de este enlace son:

#### **Perdida en el Espacio Libre (L)**

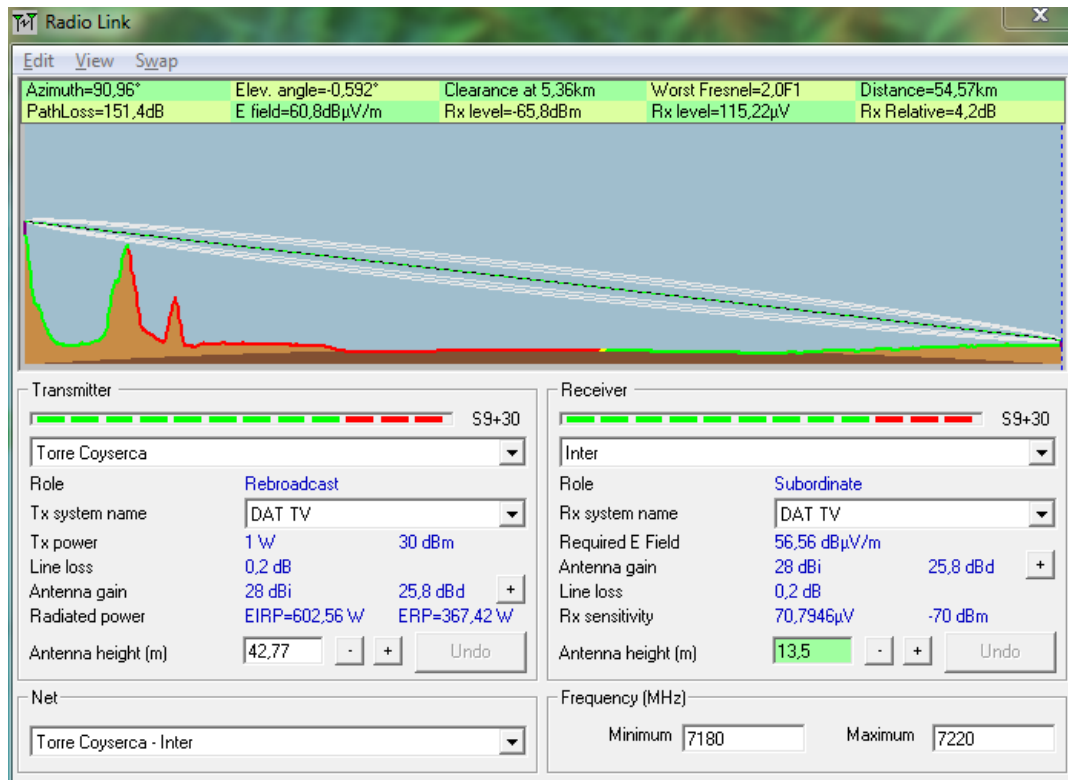
$$\begin{aligned} L &= 20 \log(d) + 20 \log(F) + 32,4 \\ &= 20 \log(54,57) + 20 \log(7200) + 32,4 \\ &= 144,29 \text{ dB} \end{aligned}$$

#### **Potencia en el Receptor**

$$\begin{aligned} P_{RX} &= P_{TX} + G_{TX} - A_{TX} - L + G_{RX} - A_{RX} \\ &= 30 \text{ dBm} + 28 \text{ dBi} - 1 \text{ dB} - 144,29 \text{ dB} + 28 \text{ dBi} - 1 \text{ dB} \\ &= -60,29 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Los cálculos teóricos de la potencia recibida por el receptor microondas ( $P_{RX}$ ) son muy similares con los cálculos mostrados por el simulador Radio Mobile (Rx level) pero se nota que la potencia recibida está muy cerca al umbral, existiendo un margen del sistema que tiene 4,2 dB entre el umbral y

la potencia recibida, por lo cual este enlace en condiciones adversas al sistema es probable que el enlace deje de funcionar momentáneamente (ver figura 8).



**Figura 8:** Enlace Torre Coyserca - Inter

**Fuente:** El Autor

Se observó que este sistema se encuentra operativo. Todos los equipos incluidos funcionan de manera correcta, cumpliendo a cabalidad el objetivo de DAT TELEVISION. Sin embargo también se observó que los técnicos del canal para realizar pruebas de los equipos de enlaces microondas intervienen la señal al aire, interrumpiendo de esta manera la transmisión en vivo, mientras se realizan la conexiones correspondientes en cada uno de los equipos.

Por lo cual se necesita usar otro método de prueba, en el cual no se deje de transmitir momentáneamente, afectando a su público televidente.

## **5.2 Fase II: Estudio comparativo de las posibles soluciones del problema y su selección.**

Ya identificado el problema, se investigó las posibles soluciones, tomando en cuenta que los equipos de microondas que presentan alguna falla son reparados por el personal técnico del canal.

Como primera opción a tomar en consideración sería considerar una empresa que preste el servicio de reparación y prueba de los enlaces microondas.

La segunda opción sería utilizar el soporte técnico del fabricante o proveedor.

En vista de que no existe una empresa que preste el servicio de reparación y prueba de los enlaces microondas. Y tampoco existe el soporte técnico del fabricante en nuestro país. Por este motivo se propone dentro de las instalaciones usar una área destinada para pruebas de los enlaces microondas con la utilización del banco de pruebas que está compuesto por los equipos de enlace de microondas, herramientas, instrumentos de medición, control de reparaciones y procedimientos como realizar las pruebas.

## **5.3 Fase III: Propuesta de la solución al problema planteado**

El sitio propuesto para este banco de prueba es en cierta área de un estudio de grabación denominado “Estudio 4” que es el espacio más amplio de la sede del canal (ver figura 9).

**Figura 9:** Utilización del Estudio 4 para la propuesta

**Fuente:** El Autor

Se consideró el parámetro campo lejano para determinar la distancia mínima entre las antenas, las frecuencias a considerar son 6,5; 7,1 y 7,2 GHz la longitud de onda

Con estos valores se tomó en consideración que la distancia de las antenas se colocan a una distancia de 24 m y a 3 metros de altura enfrentadas dentro de este estudio apoyadas cada una en mástil de la siguiente forma (ver figura 10).



**Figura 10:** Colocación de las antenas

**Fuente:** El Autor

### Equipos a usar en el banco de prueba

Tx Indoor Link OMB MOD70.	Analizador de Espectro R&S FSH
Tx Outdoor Link OMB 7 GHz.	Atenuador Variable
2 Antenas Parabólicas 0,7 mts. OMB.	Splitter de dos salidas
Rx Indoor Link OMB DEM70.	
Rx Outdoor Link OMB 7 GHz.	
Monitor de video JVC TM-A101G.	

Estos equipos se conectaran de la forma en que aparecen en el diagrama de bloque (ver figura 11).



**Figura 11:** Diagrama de bloque de los equipos

**Fuente:** El Autor

### Pasos a seguir para probar el enlace

#### 1. Conexión del transmisor microondas a la señal de prueba.

Conectar al transmisor de microondas la señal de prueba de audio y video, a través del cable coaxial LV-77S (video) en el conector BNC hembra del transmisor de microondas y el cable 14 AWG (audio) en conector XLR hembra del transmisor de microondas.

## **2. Programar la frecuencia de operación en el link Tx**

### **Oscilador PLL**

Graduar la frecuencia en el link, por lo tanto, se desliza la tapa metálica para poder acceder al PLL, este posee tres graduadores tipo potenciómetro colocándolos en la configuración que se describe a continuación, es necesario colocar el Tx y el Rx en la misma frecuencia.

**6,5 GHz: graduar a 102**

**7,1 GHz: graduar a 101**

**7,2 GHz: graduar a 069**

## **3. Conectar el iluminador al link Tx con cable coaxial**

Conectar el iluminador al Link Tx, a través del cable coaxial RGC-213 con conectores N macho.

## **4. Conectar el link Tx al transmisor con cable coaxial**

Conectar el Link Tx al transmisor microondas, a través del cable coaxial RG-8 con conectores N macho.

## **5. Conexión del receptor microondas al monitor.**

Conectar el receptor de microondas y el monitor de audio y video, a través del cable coaxial LV-77S (video) en el conector BNC hembra del transmisor de microondas y el cable 14 AWG (audio) en conector XLR hembra del transmisor de microondas.

## **6. Programar la frecuencia de operación en el link Rx**

### **Oscilador PLL**

Graduar la frecuencia en el link, por lo tanto, se desliza la tapa metálica para poder acceder al PLL, este posee tres graduadores tipo potenciómetro colocándolos en la configuración que se describe a continuación, es necesario colocar el Rx y el Tx en la misma frecuencia.

**6,5 GHz: graduar a 102**

**7,1 GHz: graduar a 101**

**7,2 GHz: graduar a 069**

### 7. Conectar el iluminador al link Rx con cable coaxial

Conectar el iluminador al Link Rx, a través del cable coaxial RGC-213 con conectores N macho.

### 8. Conectar el link Rx al receptor con cable coaxial

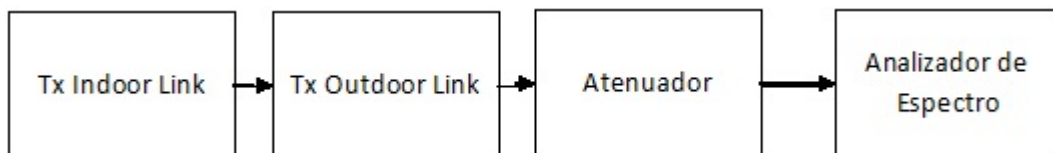
Conectar el Link Tx al transmisor microondas, a través del cable coaxial RG-8 con conectores N macho.

### 9. Encendido del receptor y transmisor de microondas, a través de la fuente de alimentación.

Después de hacer todas las conexiones de los cables coaxiales y de audio y video se procede a encender el receptor y el transmisor de microondas observando que la señal de audio y video este llegando de forma correcta al monitor.

### Potencia de salida

Se conectan los equipos según el diagrama (ver figura 12) tomando en cuenta que el Tx tiene una potencia de salida de 30dBm el analizador de espectro utilizado recibe máximo entrada de RF de 20 dBm, por lo cual se coloca un atenuador de 10 dB, para evitar daños al equipó, las lecturas tomadas por el analizador de espectro se le debe sumar la potencia que le resta el atenuador y da como resultado la potencia real, y se anota la potencia según el fabricante y la potencia medida en el formato de comprobación de equipos que se detalla más abajo.



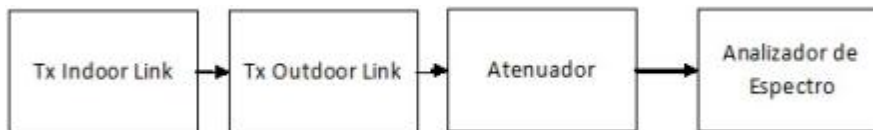
**Figura 12:** Diagrama de bloque de los equipos para probar potencia de salida

**Fuente:** El Autor



### Frecuencia de salida

Se conectan los equipos según el diagrama (ver figura 13) tomando en cuenta que el Tx tiene una potencia de salida de 30dBm el analizador de espectro utilizado recibe máximo entrada de RF de 20 dBm, por lo cual se coloca un atenuador de 10 dB, para evitar daños al equipó. Se anota la frecuencia según el fabricante y la frecuencia medida en el formato de comprobación de equipos que se detalla más abajo.



**Figura 13:** Diagrama de bloque de los equipos para verificar la frecuencia de salida

**Fuente:** El Autor

### Estabilidad de la frecuencia

Se conectan los equipos según el diagrama (ver figura 14) tomando en cuenta que el Tx tiene una potencia de salida de 30dBm el analizador de espectro utilizado recibe máximo entrada de RF de 20 dBm, por lo cual se coloca un atenuador de 10 dB, para evitar daños al equipó. Se anota la frecuencia medida al encender los equipos, se dejan encendidos por una hora, se toma de nuevo la lectura y se anota en el formato de comprobación de equipos que se detalla más abajo. Se vuelve a anotar la medida a las dos horas y por ultimo a las tres horas, en esta última lectura ya la frecuencia debe ser estable.



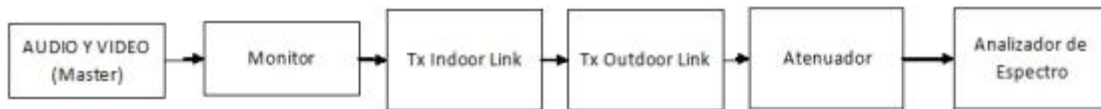
**Figura 14:** Diagrama de bloque de los equipos para verificar la estabilidad de la frecuencia

**Fuente:** El Autor

### Ancho de banda de emisión

Se conectan los equipos según el diagrama (ver figura 15) tomando en cuenta que el Tx tiene una potencia de salida de 30dBm, el analizador de espectro utilizado

recibe máximo entrada de RF de 20 dBm, por lo cual se coloca un atenuador de 10 dB, para evitar daños al equipó. En este caso se le coloca a la señal con audio y video, se anota el ancho de banda según el fabricante y el ancho de banda medido en el formato de comprobación de equipos que se detalla más abajo.



**Figura 15:** Diagrama de bloque de los equipos para verificar el ancho de banda de emisión

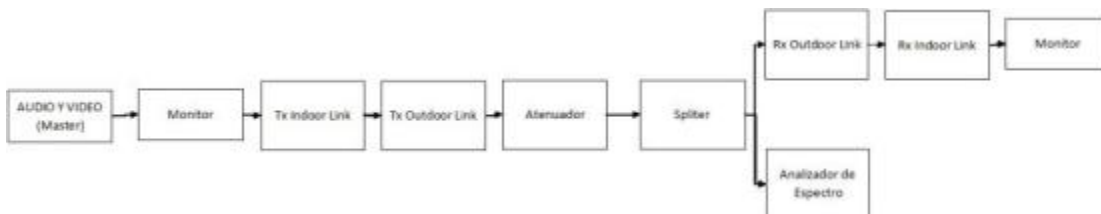
**Fuente: El Autor**

### Susceptibilidad contra interferencias y cross polarización

Este banco de pruebas no permite revisar interferencias y cross polarización, este banco propuesto estará en un ambiente cerrado el cual no posee otro enlace para observar comportamientos de interferencias y cross polarización.

### Validación del umbral de recepción

Se conectan los equipos según el diagrama (ver figura 16) tomando en cuenta que el Tx tiene una potencia de salida de 30dBm, por lo cual se coloca un atenuador de 80 dB, seguido de este se coloca un splitter de una entrada y dos salidas, por la entrada llegan -50 dBm, y por cada salida la potencia es de -70 dBm, esta es la potencia mínima que debe recibir el Rx para que el enlace funcione. Para probar el umbral de recepción se comienza a aumentar la intensidad del atenuador hasta que la señal transmitida no llegue al receptor. Y se anota en el formato el umbral según el fabricante y el umbral medido en el analizador de espectro.



**Figura 16:** Diagrama de bloque de los equipos para validar el umbral de recepción

**Fuente: El Autor**

## Comprobación de equipos

Se llenara este formato (ver figura 12) cada vez que realice la prueba de equipos siguiendo esta secuencia de pasos y guardar cada uno de estos registros de los equipos que están operativos disponibles para su uso oportuno en el sistema.

<b>COMPROBACION DE EQUIPOS MICROONDAS</b>																																																																			
Frecuencia de Operación: 6,5 GHz <input type="checkbox"/> 7,1 GHz <input type="checkbox"/> 7,2 GHz <input type="checkbox"/>																																																																			
<input type="checkbox"/> Conexión del transmisor microondas a la señal de prueba.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left; padding: 2px;">Potencia de Salida</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Fabricante:</td> <td style="width: 20px; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">dBm</td> <td style="padding: 2px;">Medida:</td> <td style="width: 20px; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">dBm</td> </tr> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left; padding: 2px;">Frecuencia de Salida</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Fabricante:</td> <td style="width: 20px; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">GHz</td> <td style="padding: 2px;">Medida:</td> <td style="width: 20px; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">GHz</td> </tr> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left; padding: 2px;">Estabilidad de la Frecuencia</th> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center; padding: 2px;">Lecturas:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Al Encender:</td> <td style="width: 20px; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">GHz</td> <td style="padding: 2px;">1 Hora</td> <td style="width: 20px; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">GHz</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="width: 20px; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">GHz</td> <td style="padding: 2px;">3 Horas</td> <td style="width: 20px; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">GHz</td> </tr> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left; padding: 2px;">Ancho de banda de Emisión</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Fabricante:</td> <td style="width: 20px; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">MHz</td> <td style="padding: 2px;">Medida:</td> <td style="width: 20px; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">MHz</td> </tr> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left; padding: 2px;">Umbral de Recepción</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Fabricante:</td> <td style="width: 20px; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">dBm</td> <td style="padding: 2px;">Medida:</td> <td style="width: 20px; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">dBm</td> </tr> </table>					Potencia de Salida				Fabricante:		dBm	Medida:		dBm	Frecuencia de Salida				Fabricante:		GHz	Medida:		GHz	Estabilidad de la Frecuencia				Lecturas:						Al Encender:		GHz	1 Hora		GHz			GHz	3 Horas		GHz	Ancho de banda de Emisión				Fabricante:		MHz	Medida:		MHz	Umbral de Recepción				Fabricante:		dBm	Medida:		dBm
Potencia de Salida																																																																			
Fabricante:							dBm	Medida:		dBm																																																									
Frecuencia de Salida																																																																			
Fabricante:							GHz	Medida:		GHz																																																									
Estabilidad de la Frecuencia																																																																			
Lecturas:																																																																			
Al Encender:							GHz	1 Hora		GHz																																																									
		GHz	3 Horas		GHz																																																														
Ancho de banda de Emisión																																																																			
Fabricante:		MHz	Medida:		MHz																																																														
Umbral de Recepción																																																																			
Fabricante:		dBm	Medida:		dBm																																																														
<input type="checkbox"/> Programar la frecuencia de operación en el link Tx																																																																			
<input type="checkbox"/> Conectar el iluminador al link Tx con cable coaxial																																																																			
<input type="checkbox"/> Conectar el link Tx al transmisor con cable coaxial																																																																			
<input type="checkbox"/> Conexión del receptor microondas al monitor.																																																																			
<input type="checkbox"/> Programar la frecuencia de operación en el link Rx																																																																			
<input type="checkbox"/> Conectar el iluminado al link Rx con cable coaxial																																																																			
<input type="checkbox"/> Conectar el link Rx al receptor con cable coaxial																																																																			
<input type="checkbox"/> Encendido del receptor y transmisor de microondas, a través de la fuente de alimentación.																																																																			
Para configurar la Frecuencia de Operación, Ajustar el PLL 102 para 6,5 GHz 101 para 7,1 GHz 069 para 7,2 GHz																																																																			
Serial de equipos revisados																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">Transmisor</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Tx Link</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Receptor</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Rx Link</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table>						Transmisor		Tx Link		Receptor		Rx Link																																																							
Transmisor																																																																			
Tx Link																																																																			
Receptor																																																																			
Rx Link																																																																			
Revisado por:																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%; padding: 2px;">Nombre y Apellido</td> <td style="width: 40%; padding: 2px;">Fecha / /</td> </tr> </table>						Nombre y Apellido	Fecha / /																																																												
Nombre y Apellido	Fecha / /																																																																		

**Figura 17:** Formato de revisión de equipos

**Fuente:** El Autor

## **CONCLUSIONES**

El sistema de enlaces microondas para DAT TELEVISION es fundamental, como medio de transmisión de la señal al transmisor de señal abierta y a las dos cable operadoras.

Es importante señalar que, en el proceso de pasantías se observó que los técnicos del canal realizan las pruebas a los equipos de forma empírica, trabajando con el método de ensayo y error, y trasladando algunos equipos fuera de la sede del canal. Para realizar las pruebas intervienen el sistema de transmisión, afectando el público televidente. Por lo que no hay realmente en este caso un proceso perfectamente detallado y esto conlleva a muchas veces a que se cometan errores.

Luego de los estudios realizados se pudo llevar a cabo exitosamente todos y cada uno de los objetivos planteados, logrando proponer un banco de pruebas, siendo este un instrumento útil que funciona como soporte para facilitar la comprobación de los equipos, determinara que se encuentra disponible y que no; para su posterior reparación. Ahorrando así tiempo valioso para el departamento de operaciones. Cabe mencionar entonces que para mejorar un proceso, son necesarias una serie de pasos y disciplinas que se tienen que tomar en cuenta al momento de ejecutar cualquier tipo de proyecto.

## **RECOMENDACIONES**

A través de la experiencia obtenida y a las conclusiones previamente expuestas se hacen una serie de recomendaciones con las cuales se pretende contribuir a facilitar el trabajo y manipulación de los enlaces microondas de la empresa DAT TELEVISION.

- Implementar el banco de pruebas propuesto.
- Tener un control de las reparaciones a los equipos de microondas.
- Mejorar el sistema de energía alterno en la torre de comunicación Coyserca para no interrumpir la señal y afectar al público televidente.
- Reponer el aterramiento de la señal abierta para volver ofrecer este servicio a sus televidentes actualmente DAT TELEVISION llega a sus televidentes a través de las dos cable operadoras.
- Reestructurar la red de datos usada en los todos los departamentos del canal.
- Para mejorar el margen del sistema en el enlace Coyserca – Inter se sugiere implementar antenas de mayor diámetro para así incrementar el nivel de señal recibida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Juan Pineda (2014). "**Diseño de un enlace de microondas para los servicios de voz y datos: Procedimiento de instalación, configuración y puesta en marcha**" (trabajo de grado), Universidad José Antonio Páez.

Pablo Agudelo (2013). "**Estudio de la cobertura obtenida por un transmisor de 1 kW ubicado en el Cerro Fortín Solano con la finalidad de llevar la señal abierta de DAT TELEVISION a la ciudad de Puerto Cabello y desarrollo del sistema satelital asociado**"(informe de pasantía), Universidad José Antonio Páez

Universidad José Antonio Páez (2007) "**Programa de pasantía de la Universidad José Antonio Páez**" San Diego

Miranda, J. M. & otros (2002). **Ingeniería de Microondas**. Madrid: Prentice Hall

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

Carlos Chávez (2014) “**Implementación de enlace última milla para la nueva sede de la empresa Servidica ubicada en la Zona Industrial Castillito**” trabajo de grado, Universidad José Antonio Páez

<https://bibliovirtualujap.files.wordpress.com/2013/05/carlos-e-chc3a1vez-v.pdf>

[Consulta Agosto 2017]

### **Transmisión de Microondas**

[http://www.geocities.ws/emilia\\_zerpa\\_c/redes\\_telecom/trabajo\\_2/Articulo\\_1.htm](http://www.geocities.ws/emilia_zerpa_c/redes_telecom/trabajo_2/Articulo_1.htm)

[Consulta Octubre 2017]

### **Transmisor de Radio de Microondas FM**

<http://prof.usb.ve/tperez/docencia/2422/Capi/cap3/cap38/cap38.htm>

[Consulta Octubre 2017]

## **ANEXOS**



## Anexo A-1: Especificaciones del enlace de microondas



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### ENLACE DE MICROONDAS ANALÓGICO HASTA 23GHz COMPACT 2-23GHz

El enlace de microondas analógico de OMB **COMPACT 2-23GHz** tiene capacidad para transportar 1 video y hasta 2 audios con potencias entre 0.5-1W. La estructura de este enlace de microondas profesional ha sido diseñada en versión partida y dispone de monitorización para la salida de FI.



#### COMPOSICIÓN DEL ENLACE

- La cabeza transmisora está compuesta del modulador **MOD 70** más la unidad transmisora, esta última va en una caja de intemperie estanca para situarla detrás de la parábola.
- La cabeza receptora está compuesta por la unidad receptora dentro de una caja de intemperie estanca más un demodulador **DEM 70**.

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

UP LINK	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	+15Vcc, 0.7A máximo
ENTRADA FI	70MHz, 0dBm típico
FRECUENCIA DEL OSCILADOR LOCAL	Ajustable por el usuario Resolución de paso: 1MHz
CONECTOR ENTRADA	N(H)
CONECTOR SALIDA	N(M) o SMA(M)
IMPEDANCIA DE ENTRADA/SALIDA	50Ω
DIMENSIONES	25x20x8cm
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO	-15 a +60°C
TEMPERATURA DE ALMACENAJE	-25 a +70°C

DOWN LINK	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	+15Vcc, 0.35A máximo
NIVEL DE ENTRADA MÍNIMO	-70dBm
SALIDA FI	70MHz
FRECUENCIA DEL OSCILADOR LOCAL	Ajustable por el usuario Resolución de paso: 1MHz

OMB BROADCAST  
[www.omb.com](http://www.omb.com)

OMB EUROPA  
C/Paraguay 6, P.I. Centrovía  
50196 La Muela  
Zaragoza, España  
[europa@omb.com](mailto:europa@omb.com)  
[comercial@omb.com](mailto:comercial@omb.com)

OMB AMERICA  
3100NW 72nd Ave. Unit 112  
MIAMI, Florida 33122  
USA  
[usa@omb.com](mailto:usa@omb.com)

## Anexo A-2: Especificaciones del enlace de microondas



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONECTOR ENTRADA	N(H)
CONECTOR SALIDA	N(M) o SMA(M)
IMPEDANCIA DE ENTRADA/SALIDA	50Ω
DIMENSIONES	25x20x8cm
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO	-15 a +60°C
TEMPERATURA DE ALMACENAJE	-25 a +70°C

### MOD 70

CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN	1 vídeo más 2 audios
SALIDA DE FI	70MHz
NIVEL DE ENTRADA/SALIDA EN FI	0dBm ±5dB
IMPEDANCIA EN FI	50Ω
NIVEL DE ENTRADA DE AUDIO	+9dBm máximo
IMPEDANCIA DE ENTRADA DE AUDIO	600Ω desbalanceada
CONECTOR DE ENTRADA DE AUDIO	XLR(H)
FRECUENCIA DE SUPORTADORAS DE AUDIO	7.02, 7.5MHz
MODULACIÓN DE SUPORTADORAS DE AUDIO	±300KHz
MODULACIÓN DE AUDIO	±75KHz
NIVEL DE SALIDA DE VÍDEO	1Vpp
IMPEDANCIA DE SALIDA DE VÍDEO	75Ω
ROE DE SALIDA DE VÍDEO	<-30dB
PRE-ÉNFASIS DE VÍDEO	CCIR (Rec. 405-1)
MODULACIÓN DE VÍDEO	±4MHz
NIVEL DE SALIDA DE AUDIO	+9dBm máximo
IMPEDANCIA DE SALIDA DE AUDIO	600Ω desbalanceada
CONECTOR DE SALIDA DE AUDIO	XLR(H)
CONECTOR DE SALIDA DE VÍDEO	BNC(H)
CONECTOR DE SALIDA DE RF	N(H)
ALIMENTACIÓN	Fuente conmutada
DIMENSIONES	2 unidades de rack estándar de 19"
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO	-5 a +45°C

### DEM 70

CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN	1 vídeo más 2 audios
SALIDA DE FI	70MHz
NIVEL DE SALIDA EN FI	0dBm ±5dB
IMPEDANCIA EN FI	50Ω
FRECUENCIA DE SUPORTADORAS DE AUDIO	7.02, 7.5MHz
MODULACIÓN DE SUPORTADORA DE AUDIO	±300KHz
MODULACIÓN DE AUDIO	±75KHz
NIVEL DE SALIDA DE VÍDEO	1Vpp
IMPEDANCIA DE SALIDA DE VÍDEO	75Ω

broadcast your world

OMB BROADCAST  
[www.omb.com](http://www.omb.com)

OMB EUROPA  
 C/Paraguay 6, P.I. Centrovía  
 50196 La Muela  
 Zaragoza, España  
[europa@omb.com](mailto:europa@omb.com)  
[comercial@omb.com](mailto:comercial@omb.com)

OMB AMÉRICA  
 3100NW 72nd Ave. Unit 112  
 MIAMI, Florida 33122  
 USA  
[usa@omb.com](mailto:usa@omb.com)

### Anexo A-3: Especificaciones del enlace de microondas



#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ROE DE SALIDA DE VÍDEO	<-30dB
PRE-ÉNFASIS DE VÍDEO	CCIR (Rec. 405-1)
NIVEL DE SALIDA DE AUDIO	+9dBm máximo
IMPEDANCIA DE SALIDA DE AUDIO	600Ω desbalanceada
CONECTOR DE SALIDA DE AUDIO	XLR(H)
CONECTOR DE SALIDA DE VÍDEO	BNC(H)
ALIMENTACIÓN	Fuente conmutada
DIMENSIONES	2 unidades de rack estándar de 19"
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO	-5 a +45°C

\* Las imágenes y/o características técnicas pueden sufrir modificaciones sin previo aviso.

broadcast your \_ world

OMB BROADCAST  
[www.omb.com](http://www.omb.com)

OMB EUROPA  
C/Paraguay 6, P.I. Centrovía  
50196 La Muela  
Zaragoza, España  
[europa@omb.com](mailto:europa@omb.com)  
[comercial@omb.com](mailto:comercial@omb.com)

OMB AMÉRICA  
3100W 72nd Ave. Unit 112  
MIAMI, Florida 33122  
USA  
[usa@omb.com](mailto:usa@omb.com)