

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Telecomunicaciones y Electrónica



TRABAJO DE DIPLOMA

Alternativa técnica dentro del proceso inversionista para los CTTV

Autor: Yosvani Echemendia Marin.

Tutor: Ing. Miguel Ángel González Martínez.

Consultante: M.Sc Hiram del Castillo Sabido.

Santa Clara

2008

“Año 50 de la Revolución”

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Telecomunicaciones y Electrónica



TRABAJO DE DIPLOMA

Alternativa técnica dentro del proceso inversionista para los CTTV

Autor: Yosvani Echemendia Marin

Tutor: Ing. Miguel Ángel González Martínez
División Territorial Radio Cuba. Sancti Spiritus
e-mail: miguel@ss.radiocuba.cu

Consultante: M.Sc Hiram del Castillo Sabido.
Prof. Dpto. de Telecomunicaciones y Electrónica.
Facultad de Ing. Eléctrica. UCLV.
e-mail: hiramd@uclv.edu.cu

Santa Clara

2008

“Año 50 de la Revolución”



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería en Telecomunicaciones y electrónica, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

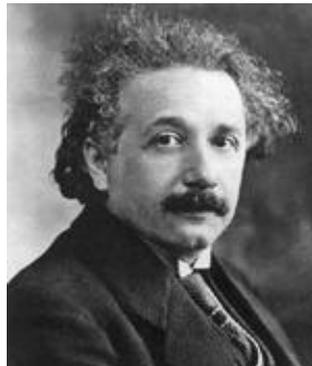
Firma del Autor

Firma del Jefe de Departamento
donde se defiende el trabajo

Firma del Responsable de
Información Científico-Técnica

PENSAMIENTO

"Es un sentimiento maravilloso reconocer la unidad de los complejos fenómenos que hacen que las cosas parezcan estar bastante lejos de la verdad directa y visible."



" Albert Einstein "

DEDICATORIA

A mi sobrino Alejandro

A mis Padres Marcelino y Ana María

A mis Fieles Amigos

A la Revolución

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y a mi familia

A mi tutor Miguel Angel González .Martínez

Al departamento de inversiones de la Empresa Radio Cuba

A todos muchas gracias

TAREA TECNICA

- ❖ Búsqueda bibliográfica y en sitios WEB sobre temas de transmisión de TV en VHF.

- ❖ Análisis de la situación real encontrada en el centro de retransmisión de señales de TV en el municipio Fomento.

- ❖ Revisión del Plan inversionista por etapas, asignado a la división territorial Radio Cuba Sancti Spíritus para la tarea ejecutiva en el CTTV del municipio Fomento.

- ❖ Consultar las características técnicas más importantes del nuevo transmisor de TV de VHF.

- ❖ Búsqueda de alternativa posible para la salida al aire del nuevo transmisor de VHF

- ❖ Confección del informe final.

Firma del Autor

Firma del Tutor

RESUMEN

El Proyecto general de mantenimiento en la red de transporte y distribución de señales de TV que se ejecuta a lo largo y ancho del país, presta real atención a centros de algunas regiones espirituanas como es el caso de Fomento.

Con las nuevas inversiones programadas para cubrir las necesidades de prestaciones de los servicios y contrarrestar la vulnerabilidad tecnológica en esta zona, se adquirió parte de la tecnología para suplir los nuevos requerimientos de potencia de transmisión. En base a la disponibilidad financiera de la inversión fue recibida solo parte de esta tecnología.

El objetivo de este trabajo es desarrollar un combinador de canales a partir de dispositivos adquiridos de manera variada, para suplir las necesidades de adquisición de los componentes integrantes en la unificación del sistema de antenas con los nuevos transmisores que han sido adquiridos como parte del proceso de inversiones.

Como resultado se obtuvo un combinador de canal implementado, lo que garantizó acortar el tiempo de interrupción de la transmisión televisiva y el ahorro de una línea de transmisión.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1. ACTUALIDAD DEL CTTV DE VHF FOMENTO.....	5
1.1 Antecedentes	5
1.1.1 Descripción Técnica del Traslador de Señales de VHF	5
1.1.2 Prestaciones y dificultades principales.....	8
1.2 Revisión de la tarea técnica que contempla el proyecto inversionista	9
1.3 Proyecto Planta Interior para VHF	10
1.3.1 Transmisores de amplificación conjunta, Flexibilidad y resultados.....	11
1.3.1.1 Especificaciones Técnicas Generales del Transmisor de VHF.....	11
1.4 Proyecto Planta Exterior para VHF	13
1.4.1 Disponibilidad.....	15
1.4.2 Sistema de radiación Independiente.....	15
1.4.3 Situación y dificultades principales.....	18
CAPÍTULO 2. SOLUCION TECNICA PARA EL SISTEMA DE RADIACION.....	19
2.1 Implementación de un combinador de canales.....	19
2.1.1 Elementos teóricos del acoplador híbrido de 3db.....	19
2.1.2 Línea de $\frac{1}{4} \lambda$	26

2.2 Tarea experimental.....	vii
2.2 Tarea experimental.....	25
2.3 Mejoramiento del factor de aislamiento.....	26
2.3.1 Filtro Pasa banda.....	27
2.3.2 Combinador de Canal con Filtro pasa banda	31
2.4 Ajustes y mediciones.....	32.
2.5 Estructura del nuevo sistema Irradiante	35
CAPÍTULO 3. VALORACION DE LOS RESULTADOS.....	36
3.1 Aspectos Comparativos.....	36
3.2 Economía y Resultados.....	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS	41

INTRODUCCION

La nueva sociedad de la información, no deja exenta a la televisión como recurso masivo de comunicación , en nuestro País, desde el año 2000 se ha venido fortaleciendo el plan educacional con la variante de incluir diferentes programas educativos, que usan como soporte la amplia red de distribución de señales de Televisión por todo el país, para llevar este logro al frente, la dirección del MIC tomó en cuenta una serie de factores que implican el avance en el mejoramiento de la red de transporte y transmisión de señales de TV, La empresa RadioCuba como rectora de esta magna tarea a nivel de país y con apoyo de empresas comercializadoras como COPEXTEL, elaboró un plan de inversiones por etapas que incluye además de un mantenimiento en todos los centros del país, la renovación tecnológica de algunos centros con tecnología atrasada. El esfuerzo que realiza nuestro ministerio dentro del complejo proceso de compra y adquisición de equipos, aditivos y accesorios de los nuevos centros, aguarda una estrecha relación para la terminación de las obras en cuestión. En nuestra provincia, se le dio prioridad a aquellos lugares donde las transmisiones de las señales televisivas no cumplían con las expectativas actuales, frente a las crecientes transformaciones en asentamientos rurales y urbanos. En el municipio de Fomento de la provincia de Sancti Spiritus existía un centro de retransmisión de señales en servicio desde 1985, el cual utilizaba 2 trasladadores de señal de TV con 10 w de potencia cada uno, recibían la señal del centro transmisor de Santa Clara en los canales 3 y 5 trasladándola a los canales 7y 12 respectivamente para la zona, dando servicio a una parte de la población de dicho municipio, esta tecnología no cumplía con los requerimientos técnicos actuales, se nos dio la misión de sustituir estos trasladadores por dos transmisores de procedencia China con tecnología moderna y de mayor potencia, el plan inversionista, incluyó también la posibilidad de adquirir receptores satelitales para recibir la señal por

esta vía, situación que mejoró la calidad de la señal entregada al transmisor, El sistema de radiación no pudo sustituirse, estos eran independientes y presentaban dificultades con las líneas de transmisión y la ganancia de las antenas, situación que trajo como consecuencia que no se notara el cambio a gran escala, al transmitirse con potencia limitada por las dificultades mencionadas. la solución estaba en unificar el sistema de antenas o paneles, con esto se aumentaba la ganancia del sistema radiante y se utiliza una sola línea de transmisión, por lo que nos dimos a la tarea de implementar un combinador de canales, Ante esta situación asumimos reunir diferentes dispositivos que fueron adquiridos de centros afectados por situaciones climatológicas, estos conforman una oportuna fuente de aprovisionamiento para reparación y mantenimiento de otras estaciones transmisoras del país, citando, Acopladores, filtros pasa bandas, tramos de Línea de transmisión, y 1 divisor de potencia, que después de un proceso de selección y mantenimiento comenzó la construcción del combinador , luego, el análisis realizado en sus mediciones consideró el aporte de esta alternativa por disminuir el tiempo de espera que podía generar la adquisición del nuevo equipamiento de planta exterior, como criterio se debe considerar el aporte al concepto de sustitución de importaciones de manera eventual para situaciones que lo requieran. A fin de dar un correcto cumplimiento a los objetivos propuestos para este trabajo, se muestran un grupo de temas, los cuáles se guían a continuación:

Objetivo General

Este trabajo tiene como objetivo reducir el Tiempo de Interrupción en la transmisión de Televisión en la localidad de Fomento pronosticada en la espera del nuevo equipamiento del Sistema Irradiante.

Objetivo Específico

Implementar un combinador de canales desarrollado a partir de dispositivos adquiridos de manera variada, para cubrir las necesidades de adquisición de los componentes utilizados en la unificación del sistema Irradiante con los nuevos transmisores que nos han sido entregados como parte del proceso de inversiones que se esta llevando a cabo en el país, para brindar mayores prestaciones de servicios y contrarrestar la vulnerabilidad tecnológica.

Estructura del trabajo

Este trabajo esta estructurado de la siguiente forma: Introducción, Capitulo, Conclusiones, Recomendaciones, Referencias bibliográficas, Anexos y Glosario. En cada uno de ellos se abordaran las siguientes temáticas:

- Capitulo 1: Propone buscar la situación condicionante , haciendo una breve descripción desde los antecedentes que revelan los problemas técnicos influyentes en la retransmisión de las señales de TV en la zona, se exponen los factores tecnológicos que justificaron la nueva remodelación del centro, se revisa la tarea técnica del proyecto inversionista dividido en dos etapas, como primera parte se exponen los elementos funcionales principales de los nuevos transmisores y equipos montados de nacionalidad China que integran la planta interior o caseta . Como segunda parte se revisa el proyecto de planta exterior, sus dificultades técnicas y se llega a la variante técnica posible a utilizarse.
- Capitulo 2: Partiendo de la variante propuesta, a través de criterios teóricos se busca implementar un combinador de canales, haciendo primeramente un estudio teórico del acoplador de 3 dB y sus configuraciones, se realiza un análisis comparativo de los acopladores reunidos de forma variada que no responden a un solo fabricante, con la tarea experimental, se introducen mejoramientos en el aislamiento del combinador utilizando filtros pasabandas haciendo una presentación del ajuste realizado para cada canal, por ultimo se muestran las mediciones y la conformación del sistema.
- Capitulo 3: Trata sobre la Valoración del resultado de la variante, desde la implicación directa, que generaría la interrupción prolongada del servicio de transmisión de señal en la adquisición del nuevo sistema irradiante, Se hace un análisis comparativo de los acopladores utilizados en el combinador implementado y el concebido por el proyecto. .Se analiza brevemente el impacto económico que generó la alternativa.

-
- Conclusiones: Se realizará un análisis crítico de los resultados obtenidos a partir de los objetivos que se trazaron inicialmente.
 - Recomendaciones: Se harán recomendaciones que tengan como objetivo enriquecer el material a partir de los resultados obtenidos.
 - Referencias Bibliograficas: Se expondrán a manera de referencia, Bibliografías y manuales consultados, así como las direcciones WEB de sitios que sirvieron de complemento para este trabajo.
 - Anexos: Se expondrán los principales diagramas para una mejor comprensión además de fotografías como complementos visuales a los que se hace referencia en los capítulos discutidos.

CAPÍTULO 1. ACTUALIDAD DEL CTTV-VHF ZONA FOMENTO

1.1 Antecedentes

El centro retransmisor de Televisión ubicado en Loma Alta, municipio de Fomento Provincia Sancti Spiritus, entró en servicio desde 1985, sus sistemas receptores captaban la señal por aire, proveniente del Centro transmisor de Santa Clara ubicado en loma dos hermanas. Desde sus inicios, contaba con dos trasladadores de señales o repetidores construidos por LACETEL, que radiaban 10W de potencia máxima por sus respectivas antenas transmisoras, daban servicio a los lugares comprendidos de Quemadito, Pozas, La Rosa y el poblado de Fomento, que representan el 73,9% de la población del municipio que podían recibir la señal de Cuba Visión y Tele Rebelde, el resto, eran asentamientos rurales e intramontanos fuera del área de cobertura para esta potencia, en algunos casos en dependencia de las condiciones de propagación, lograba verse la señal del repetidor de manera aceptable según los habitantes de la zona en algunas regiones.

1.1.1 Descripción Técnica del Traslador de señales de VHF

- Traslador de Cuba Visión Rx canal 3, Tx canal 7

En principio, Recibía la señal a través de una antena yagui de 4 elementos, un Filtro pasabanda ajustado al canal 3 (60 - 66 MHz), Luego esta señal era mezclada con la frecuencia generada por un oscilador local, la Frecuencia intermedia resultante se hacia

pasar por un amplificador comparador de nivel con ajuste de (Squelch) , esta etapa controla el suministro de +32 VDC al paso de potencia, se ajustaba en valores de -10, -12 db por debajo de la señal entrante, controlando la apertura del sistema a señales interferentes, luego al bloque amplificador de FI con control automático de ganancia (CAG), posteriormente pasaba por otro mezclador a través de su oscilador local situando la señal en el canal 7 (174 – 180 MHz), era preamplificada excitando la etapa de Salida con 10W de potencia. El sistema de radiación estaba compuesto por dos paneles de 4 dipolos orientados en las direcciones 140° y 270° con referencia al norte 0 °, alimentados a través de un divisor de potencia del tipo 1x2 y una línea de Transmisión LDF4. El suministro eléctrico del sistema transmisor era a través de la red de 110 V 60Hz, que conectada a una fuente DC, entregaba a su salida secundaria los niveles +32, -20, +24 Volt alimentando los bloques antes descritos. Para una mejor comprensión se expone el siguiente diagrama en bloques. (Figura 1.1.1.1)

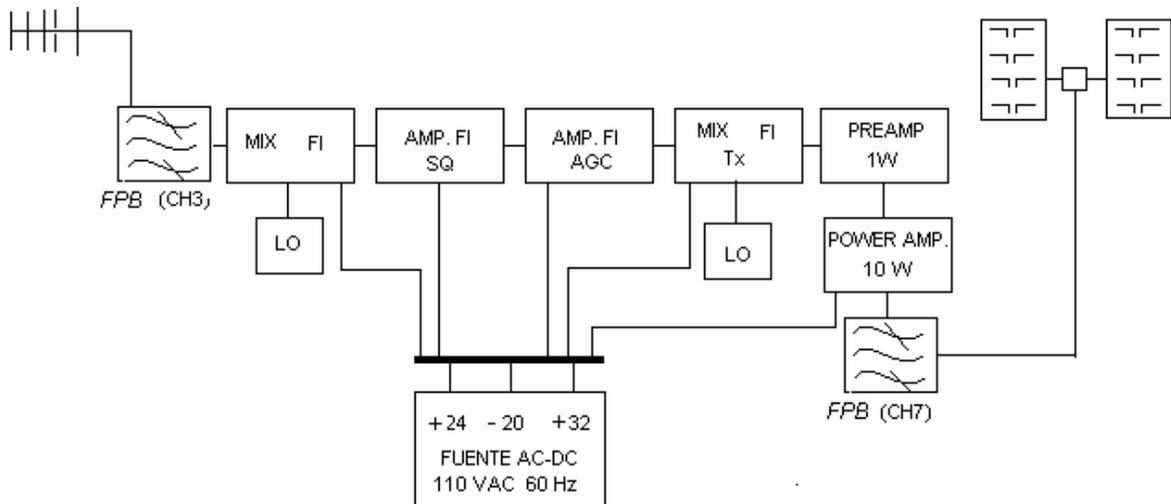


Figura 1.1.1.1 Traslador de señal para Cuba visión.

- Traslador de Tele rebelde Rx canal 5 ,Tx canal 12

Para este trasladador se sigue la misma estructura del sistema anterior tomado como referencia, Diferenciándose en las frecuencias de Rx por el canal 5 (76 - 82 Mhz), Tx por el canal 12 (204 – 210 MHz), en cuyo caso, contiene también un conversor ascendente para trasladar la señal en FI a la frecuencia de la portadora del canal de RF. Nótese que Tanto los filtros Pasabandas, los osciladores locales y los ajustes solamente cambian sus características de frecuencia como indica el diagrama en bloques. (Figura 1.1.1.2)

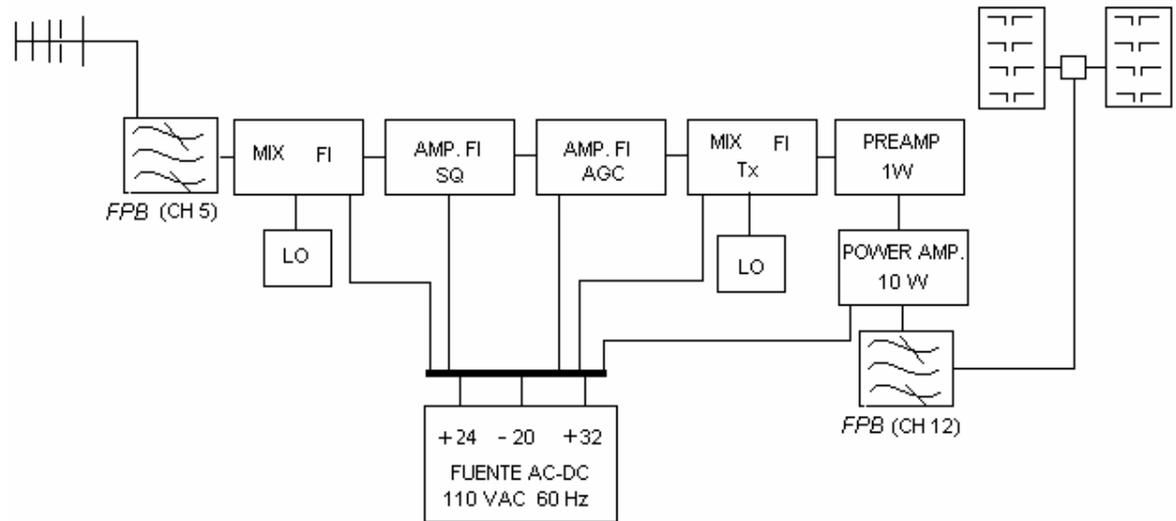


Figura 1.1.1.2 Traslador de señal para Tele Rebelde.

1.1.2 Prestaciones y dificultades principales

Después de observar las particularidades funcionales más importantes del sistema, se nos dio la tarea de establecer una valoración tecnológica, buscando hasta donde fuera factible su remodelación o sustitución dado el caso, se tienen en cuenta, la potencia radiada y su relación con el alcance de la señal, la adquisición de las piezas de repuesto y vulnerabilidad técnica.

Los factores evaluativos se hacen mostrar:

- Potencia y alcance

Ambos trasladadores radiaban al aire 10 w , los mismos cubrían el área donde se encuentra la mayor concentración demográfica del municipio, citando el Pueblo de Fomento, Comunidad la Rosa, Comunidad de Pozas y Poblado de Quemadito, estas áreas en el año 1985 tenían aproximadamente 25,233 habitantes ,que representaban el 73,9 % del total municipal [1], con el crecimiento demográfico en las zonas fuera del alcance efectivo de la Transmisión (Figura 1.1.2) , la potencia era prácticamente baja para cubrir la expansión poblacional y la incorporación de escuelas en discimeles lugares de la geografía aledaña a la zona .

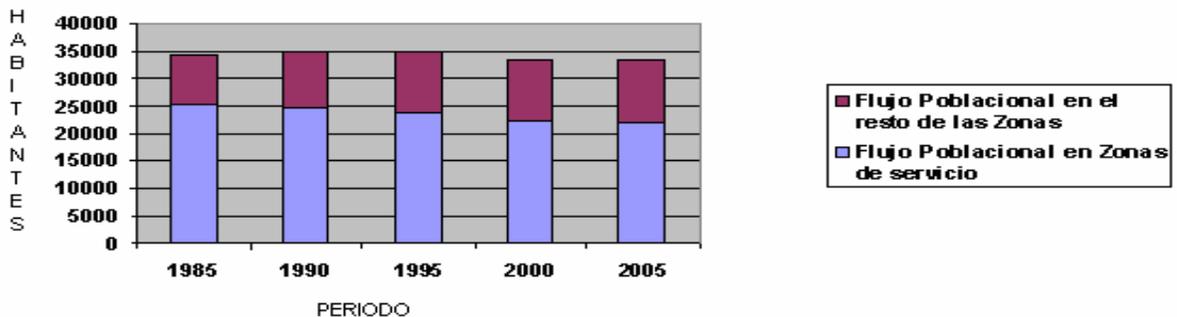


Figura 1.1.2 Flujo Demográfico (Cortesía del departamento provincial de estadística Sancti Spiritus)

- Vulnerabilidad tecnológica

Esta condición en ocasiones, motivaba una considerable inoperatividad del sistema, dejándolo a merced ante las señales interferentes que lograban en casos particulares sobrepasar los niveles de ajuste de (SQ) a -10dB por debajo de la señal entrante, en horarios de receso de la cadena de transmisión de televisión nacional e inclusive en horario de servicio, en condiciones favorables de propagación penetraban el sistema interferencias de todo tipo, esta situación motivaba colocar dos Stack de antenas orientadas hacia Santa Clara, buscando el pto. Null para señales interferentes, en ocasiones proveniente de la Florida, a esto se suma la altura sobre el nivel del mar a que se encontraba el repetidor y sus antenas receptoras, y el alto nivel operativo del personal que se responsabilizaba de controlar la situación.

- Piezas de repuesto

Los dos trasladadores fueron Ensamblados por la empresa LACETEL en el año 1984, Sus partes eran de tecnología Española, por contar con un sistema no acorde a la técnica actual, se hace difícil emplearse en la búsqueda de sus piezas de repuesto aun cuando ya no se fabrican.

1.2 Revisión de la tarea técnica que contempla el proyecto inversionista.

El Objetivo de la tarea técnica elaborada por la Empresa Radio Cuba, alcanzó definir las Condiciones principales para contrarrestar la situación del Centro trasladador de TV en Fomento, permitiendo evaluar los recursos y tareas necesarias para la materialización. Tarea que se lleva a cabo en dos etapas. [2]

- Planta Interior
- Planta Exterior

1.3 Proyecto Planta Interior para VHF

La primera adquisición del equipamiento, fue concebido en la planta interior, a través del crédito dado por el suministrador de nacionalidad China, con este equipamiento el Centro Tiene posibilidades de recibir los 2 programas nacionales de VHF que transmite CubaVisión y Tele Rebelde desde el satélite y del aire, mediante los sistemas de recepción correspondientes. La recepción del satélite es la vía principal, como segunda opción la recepción del CTTV de Santa Clara.

Los transmisores de VHF se montaron en 1 bastidor de 19" (Anexo 1) y los receptores satelitales, el conmutador y los demoduladores están ubicados independientes en el llamado Racks de bajas frecuencias. (Anexo 2)

Las tomas de tierra de todos los equipos quedaron referenciadas a una barra de tierra general que se situó en el lugar más cercano a los mismos y a su vez a la toma del sistema de tierra exterior. (Anexo 3)

Se instalaron: [2]

- 2 transmisores de televisión de VHF de la firma Gigamega nacionalidad China con 100 watt de potencia c/u. que transmiten en los canales 7 y 12.
- 2 demoduladores sintonizados en los canales 3 y 5
- 2 receptores - decodificadores de satélite.
- 1 conmutador de 8 señales de televisión de entrada y 8 salidas en banda base.
- 1 regulador automático de voltaje (AVR) de 5 KVA con protección contra transientes.

1.3.1 Transmisores de amplificación Conjunta, Flexibilidad y resultados.

La arquitectura de amplificación conjunta se utiliza en transmisores tanto en analógicos como digitales, el término “conjunto” se refiere a las señales de audio y video que se amplifican simultáneamente por el mismo amplificador de potencia. En el caso analógico se puede utilizar también amplificación separada de audio y video particularmente en configuraciones de gran potencia, si bien esto es útil también encarece notablemente el costo del sistema, pues se utilizarían por este método dos transmisores, uno para audio y otro para video. Generalmente la amplificación conjunta se ve más en equipos de baja potencia, aunque en la actualidad se fabrican transmisores de potencia bajo esta arquitectura mejorando las características de linealidad en los componentes de la etapa de salida

1.3.1.1 Especificaciones Técnicas Generales del Transmisor de VHF “Giga mega”

El transmisor de Televisión GME 1012N [3] de nacionalidad China, esta construido con técnica moderna de estado sólido bajo la norma NTSC, La tensión de alimentación es de 220VAC 60Hz. Utiliza la configuración de amplificación conjunta en el procesamiento de la señal de audio y video. La Etapa de salida esta diseñada en clase A, la potencia puede ser ajustada como máxima de diseño hasta 100W para este modelo. Las especificaciones técnicas necesarias se muestran a continuación. Especificaciones generales del excitador en la Tabla 1.3.1.1 [3]

Tabla 1.3.1.1 Especificaciones Generales del excitador

No	Ítem	Indexado
1	Standard de Televisión	NTSC
2	Modulación de Video	AM, Negativa
3	Modulación aural	FM
4	Razón Video / Aural	10:1
5	Impedancia de salida	50 Ω
6	Inter modulación en Banda	$\leq -56\text{dB}$

Especificaciones generales del amplificador de potencia Tabla 1.3.1.2

Tabla 1.3.1.2 Especificaciones Generales del Amplificador de potencia		
No	Ítem	Indexado
1	Impedancia de entrada / Salida	50 Ω / 50 Ω
2	Perdida por reflexión entrada	\leq -20 dB
3	Perdida por reflexión Salida (estado estático)	\leq -25 dB
4	Ganancia 100WPA	$\geq 21 \pm 0.15$ dB
5	Tercer tono de Inter modulación (Fv:0dB; Fa:- 10dB; Fs:-16dB)	\leq -50dB
6	Intermodulacion total Rojo	\leq - 46dB
7	Eficiencia	30%
8		

El transmisor consta de cuatro subsistemas principales [3]

➤ Subsistema de procesamiento de Señal

La señal A/V es entregada a dos módulos excitadores uno prioritario o Master y el otro en espera o (Standby), cuenta con un sintetizador y un amplificador de potencia, con un sistema de ajuste de potencia en la etapa excitadora, este subsistema se considera el núcleo del transmisor pues aquí se procesa la señal de A/V donde se modula y amplifica para la transmisión. [3]

➤ Subsistema de suministro eléctrico

Consiste en el módulo de distribución de alimentación eléctrica, la unidad de control de suministro de potencia y el módulo de protección -conmutación, provee de alimentación eléctrica a todos los demás sistemas que trabajan en el transmisor actuando en cualquier funcionamiento incorrecto. [3]

➤ Subsistema de Monitoreo y control

Consiste en dos partes fundamentales, el monitoreo local de los subsistemas del transmisor y el monitoreo y control de la computadora. (CPU) se ejecutan las instrucciones de alarma y señalización ante alta reflejada, exceso de temperatura, se monitorea la modulación de A/V. Posee una interfaz Standard RS485 para el acceso desde PC, gracias a este subsistema inteligente se puede garantizar una reducción del tiempo de mantenimiento logrando un trabajo lo mas estable posible. [3]

➤ Subsistema de ventilación o enfriamiento

Prevé un núcleo de sensores controlados que velan el sobrecalentamiento de las etapas y garantiza la ventilación para un trabajo extenso, el método es a través de disipadores ranurados y ventiladores. [3]

1.4 Proyecto Planta Exterior para VHF

Previsto a ejecutarse en la Segunda Fase de la Inversión, garantiza el mantenimiento a la estructura o torre y la renovación del sistema irradiante. [2]

Para estos objetivos se incluyen: [2]

- 1 combinador de dos canales (diplexer) de VHF (canales 7 y 12) de 2 x 100 watt
- 1 resistor de absorción (Dummy Load) de 100 watt (VHF).
- Líneas de transmisión: Para la alimentación de las antenas transmisoras de VHF se utilizaran 65 m. de cable coaxial LDF5- 50A, 7/8" (foam). Para las antenas receptoras se usa cable coaxial RG6U.
- Antenas transmisoras: Para la segunda fase de la inversión, se colocaran a la misma altura de las antenas actuales el sistema de radiación, formado por 4 antenas de VHF, Banda III, tipo panel de cuatro dipolos, en dos pisos, 2 antenas por piso, en las direcciones de 140° y 270°.

Antenas receptoras. (Anexo 8), (Anexo 9)

Se incluyen:

- 1 antena Yagi de cuatro elementos para el canal 3 a 15 m de altura.
- 1 antena Yagi de cuatro elementos para el canal 5 a 20 m de altura.
- 1 antena parabólica de 1,2 metros de diámetro para la recepción satelital.

Todas las antenas receptoras tipo Yagi – Uda están dirigidas hacia el Centro Transmisor de Loma Dos Hermanas, en Santa Clara.

La parábola se ubicó en el lugar más adecuado para su correcta orientación al satélite, situada finalmente en la caseta de transmisión buscando su azimut y elevación particular.

Estructura porta-antenas: Existe una torre auto soportada Najasa de 45 metros de altura con una torreta triangular de 15 m.

Sistema de tierra: El sistema de tierra existente, se mejoró a raíz de las mediciones de resistencia del terreno.

Energía eléctrica: La nueva instalación representa un aumento en el consumo de energía eléctrica de aproximadamente 4 Kva. sobre el consumo actual.

1.4.1 Disponibilidad

Nótese que la Tarea técnica del Plan Inversionista tiene en cuenta los componentes principales para la remodelación de los sistemas radiantes y de recepción del CTTV. A continuación se muestran, los componentes en plaza, recibidos a través de la inversión y los que faltan por recibirse a corto o mediano plazo. (Tabla 1.4.1) [2]

Tabla 1.4.1 Situación en la disponibilidad de componentes para la Planta Exterior.

Componentes A Entregar	Fecha Planificada	Pendientes	Recibidos	Instalados	Etapas Inversionista
LNB 60 DB F = 0.6	30/6/2006		X	X	
ANTENA PARABOLICA 1.2 M C/SUJEC	30/6/2006		X	X	
ANTENAS YAGI OF 4 ELEMENTS	30/6/2006		X	X	
ANTENAS YAGI OF 6 ELEMENTS	30/6/2006		X	X	1
Panel de Distribución	30/6/2006		X	X	
COPEXTEL (Proyecto TV)	30/6/2006		X	X	
Aumento Cap. Eléctrica (Transf. 25 KVA)	30/6/2006		X	X	
CABLE RG 273	30/6/2006		X	X	
Cable Coaxial RG 6/U	30/6/2006		X	X	
BAND PASS FILTER (CH 7)	*	X			
VHF 2X100W PLE 1012 - A VHF Combiner (CH7,CH12)	*	X			
cable coaxial LDF5- 50A, 7/8" (foam).	30/6/2006		X		2
DISTRIBUIDOR ANTENNA 1X4 VHF	*	X			
Panel de antenas VHF 4 dipolos c/u	*	X			

* Fecha arbitraria según financiamiento

1.4.2 Sistema de radiación Independiente

El sistema de radiación del nuevo centro se encontraba pendiente por adquirir como se muestra en el acápite anterior ,la línea de transmisión que vino con los demás equipamientos era un solo tramo de 62 m a montar ,siendo insuficiente la solución para los dos canales, se tomo en cuenta, acoplar los nuevos transmisores al anterior sistema, instalándose de manera independiente para cada canal, primeramente haciendo una valoración técnica para su mantenimiento, se muestran adjunto los gráficos comparativos de las características de VSWR de estas líneas, según el fabricante [4] con respecto a las

mediciones efectuadas antes y después del mantenimiento a conectores. Para realizar las mediciones se tomó en cuenta una breve tarea.

Parámetro a medir: VSWR para un tramo de 52m Cable Heliac Foam LDF4 de 50ohm

Instrumento utilizado: Analizador de espectros con Generador de frecuencias, el marcador Canal 12 para Telerebelde (204 - 210 Mhz), marcador Delta Canal 7 para Cuba visión (174 - 180 Mhz)

Línea que transportaba la señal de Cuba visión. Figura 1.4.2

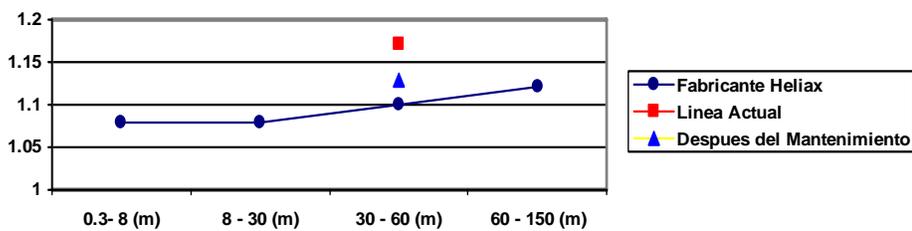


Figura 1.4.2. Gráfico comparativo VSWR Cable Heliac foam LDF4P- 50A-1, de Cuba Visión.

Línea que transporta la señal de Tele Rebelde. Figura 1.4.3

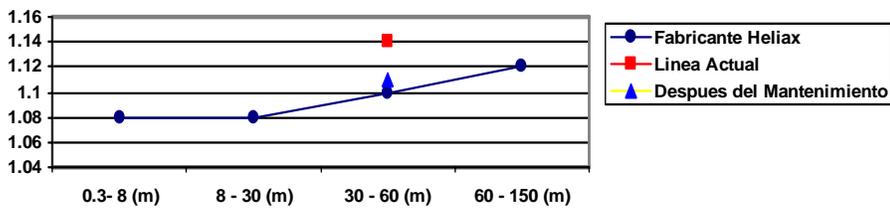


Figura 1.4.3. Gráfico comparativo VSWR Cable Heliac foam LDF4P- 50A-1, de Tele Rebelde.

Por la situación de las líneas, se decidió bajar la configuración de potencia de emisión en los nuevos transmisores para ambos canales, disminuyendo la potencia reflejada, tratando este factor las protecciones del transmisor están concebidas cuando el nivel de reflejada es

superior a un 4% de la potencia radiada. [3], la línea que lleva la señal de CubaVisión a las antenas estaba parcialmente deteriorada por su aislamiento debido al tiempo de trabajo prolongado con el antiguo trasladador y los factores externos, la de Tele Rebelde en un menor grado como puede verse .

Ambos divisores de 1x2 c/u que alimentan los paneles de Cuba Visión y Tele Rebelde se encontraba en buen estado técnico para su nuevo uso

El panel de antenas se pudo utilizar, después de un mantenimiento general en sus dipolos por la acción del viento y factores externos. Figura 1.4.2

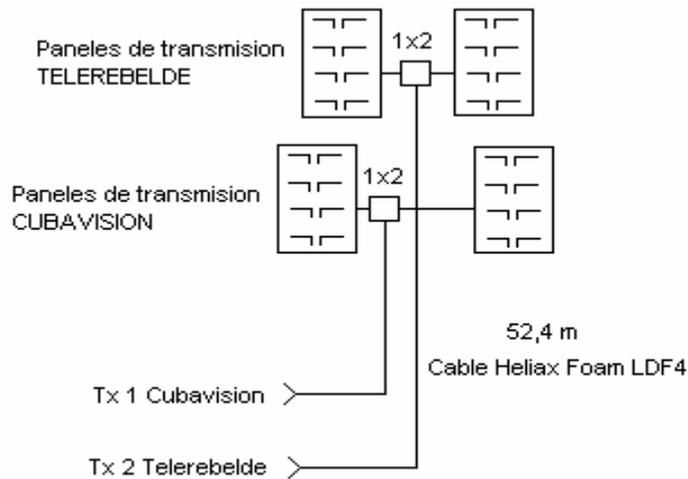


Figura 1.4.2. Esquema del Sistema radiante.

1.4.3 Situación y dificultades principales.

El cumplimiento de los objetivos para lo cual se concibió el plan inversionista de remodelación, no estaba totalmente resuelto, analizando los principales problemas técnicos dada la nueva situación del CTTV. Podemos citar que:

- Los Transmisores de ambos canales transmitían por sistemas radiadores independientes, para lo cual no fueron concebido dentro de la inversión.
- Líneas de transmisión muy viejas, LDF4 con más de 19 años de explotación continua y expuesta a factores ambientales severos. Con incidencia directa en la línea de Cuba Visión.
- Aumento en la potencia reflejada de ambos canales (7y12) especialmente Cuba Visión.
- Pérdida de potencia radiada.
- Baja ganancia en el sistema de antena de cada canal en las dos direcciones que se transmite.

Haciendo una valoración de este acápite, se dan las condiciones para aplicar una variante técnica inmediata, Nos dimos a la tarea de buscar los componentes para implementar y ajustar un combinador de canales con recursos existentes, esta variante da la posibilidad de utilizar una línea de transmisión, y se aumenta la ganancia de las antenas en las direcciones de transmisión para ambos canales.

CAPÍTULO 2. SOLUCION TECNICA PARA EL SISTEMA DE RADIACION.

2.1 Implementación de un combinador de canales

El combinador de canales concebido por la inversión del CTTV en el sistema irradiante, es del tipo (CIB-D) o Diplexor de Impedancia Constante con filtros pasa banda, que tiene como función básica la combinación de dos señales de radiofrecuencia conservando cada una su frecuencia y amplitud., Los elementos fundamentales de un combinador de este tipo son dos circuitos denominados ACOPLADORES DE 3 dB. La Impedancia característica es de 50 ohms en la línea de transmisión. Cada uno de estos dispositivos consta de 4 "puertos", denominados en el argor técnico como "bocas". Primeramente se analizan las propiedades básicas de estos, Se establece un primer modelo experimental, partiendo de un método práctico con dos acopladores híbridos de 3dB y una línea coaxial actuando como retardo de fase.

2.1.1 Elementos teóricos del acoplador híbrido de 3 dB.

El acoplador direccional básicamente es la unión de 4 puertos o bocas a través de 2 líneas de transmisión y un mecanismo de acople entre ellas, suponiendo que tres puertos estén cargados con sus impedancias características el coeficiente de reflexión a la entrada de la cuarta puerta o boca es nulo. [5][6]

A modo de descripción cualitativa, a la hora de caracterizar el funcionamiento de un acoplador direccional se tiene en principio: el acople, la Directividad y el aislamiento.

Suponiendo:

Las puertas 2, 3 y 4 están cargadas por sus impedancias características y un generador de Impedancia interna igual a la impedancia característica de la puerta 1 conectado en dicha puerta: Figura 2.1.1.1 [7]

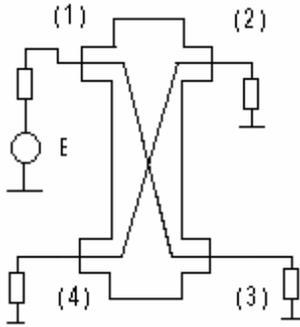


Figura 2.1.1.1 Acoplador cargado

El acoplamiento C (dB) se define como lo indica la expresión: (2.1.1.1)

$$C (dB) = 10 \log \left(\frac{P_1}{P_3} \right) \quad (2.1.1.1)$$

Siendo P_1 la potencia incidente en el puerto 1 y P_3 la potencia que sale por el puerto 3.

El aislamiento I (dB) se define como el cociente entre P_1 y P_4 : según la expresión (2.1.1.2)

$$I (dB) = 10 \log \left(\frac{P_1}{P_4} \right) = 10 \log \left(\frac{P_1}{P_3} \right) + 10 \log \left(\frac{P_3}{P_4} \right) \quad (2.1.1.2)$$

Por último, la directividad D (dB) es el cociente entre P_3 y P_4 , donde P_4 es la potencia

Vista por la puerta 4. Expresión 2.1.1.3

$$D (dB) = 10 \log \left(\frac{P_3}{P_4} \right) = I - C \quad (2.1.1.3)$$

Reciben el nombre de híbridos, los acopladores de 3 dB que a su salida entregan el (50% de la potencia) de entrada [7]

En el caso del híbrido de 90°, entre los puertos through y coupled (Figura 2.1.1.2) existe una diferencia de fase de 90° con respecto a la señal excitadora de entrada.[6]

Por este motivo, cuando se aplica potencia, a la vez, por 2 y 3, con frecuencia se denomina puerto suma al 1 y puerto diferencia al 4.

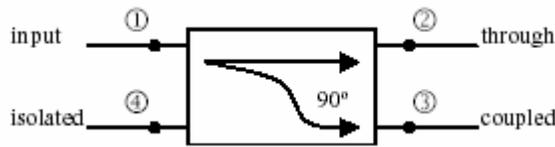


Figura 2.1.1.2

Existen dos tipos de acopladores híbridos, Simétrico o híbrido de 90°, Asimétrico o híbrido de 180°. En nuestro caso particular, se analizará el acoplador híbrido Simétrico o de 90°.

Modos de operación y configuraciones

Conservando las propiedades básicas de los acopladores antes descritas y que pueden ser utilizados en modos simples o sistemas combinados, se muestran:

Modos	Configuración
1 _ Divisor de fase y potencia (Splitter)	1_ Anillo Híbrido
2 _ Híbrido Reverso	
3 _ Modo Reflector	

Divisor de fase y potencia (Splitter): Como se puede ver el flujo de RF 1 es aplicado al puerto de entrada (1) es dividida la señal en ambos terminales de salida, la señal en el puerto (3) con un retardo (- 90 grados respecto a la excitación de entrada.) El puerto (4) es llamado puerto en aislamiento pues ofrece al paso de la señal de RF características de alta impedancia por el orden de ≤ -35 db, a esta boca es acoplada una carga resistiva equivalente a la característica impedancia del dispositivo (usualmente 50 ohm). Cumpliendo con el principio de distribución. [6] Figura 2.1.1.3, Figura 2.1.1.4

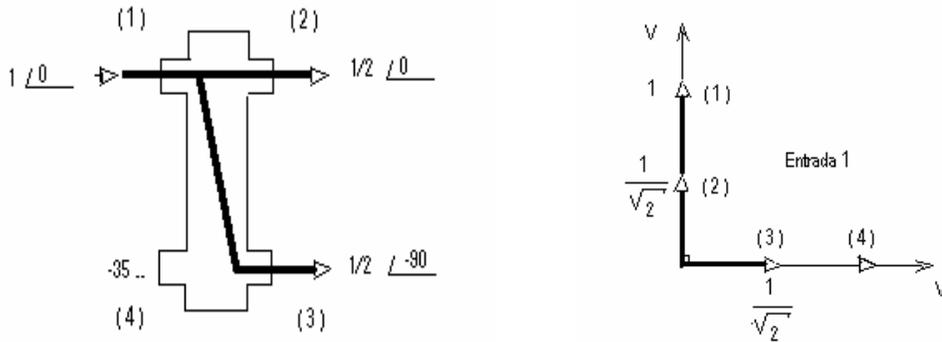


Figura 2.1.1.3 Principio de distribución acoplador 3db (diagrama Vectorial)

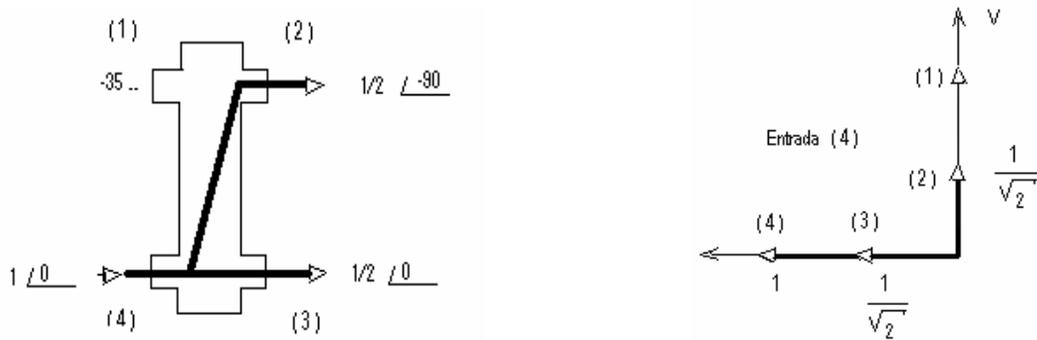


Figura 2.1.1.4 Principio de distribución acoplador 3db (diagrama Vectorial)

Hibrido reverso : La combinación es mostrada en la figura donde el flujo de dos señales equivalentes y desfasadas propiamente son introducidas en los puertos de entradas (1) y (4), la señal combinada se obtiene en el terminal (2) producto de la suma de potencias y ángulos de fase de ambas señales excitadoras. El puerto (3) en aislamiento, ofrece al paso de la señal de RF características de alta impedancia por el orden de ≤ -35 db, a esta boca es acoplada una carga resistiva equivalente a la característica impedancia del dispositivo (usualmente 50 ohm). Figura 2.1.1.5

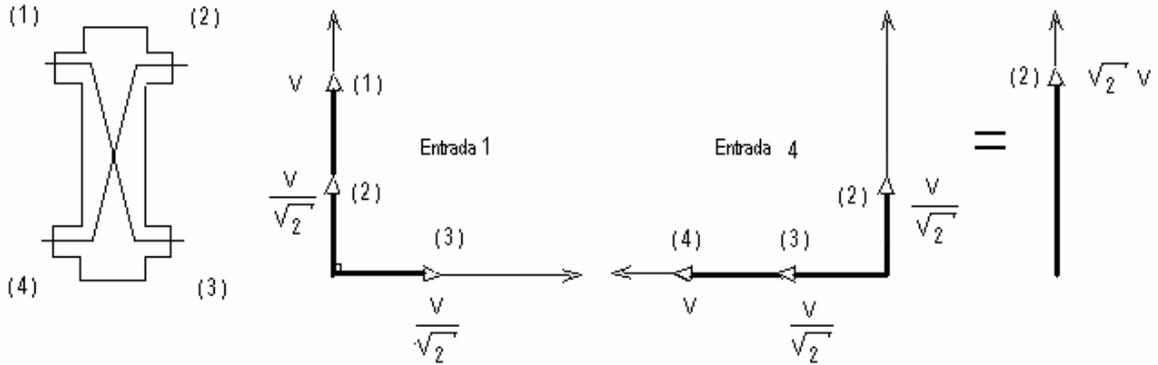


Figura 2.1.1.5 Principio de combinación acoplador de 3 db (Diagrama Vectorial)

Modo Reflector: Se conectan dos dispositivos idénticos, semejantes a filtros pasa banda en las bocas de salida 2 y 3, permitiendo el paso para un grupo de frecuencias y reflejando hacia las bocas de entrada las frecuencias fuera de la banda de sintonización de los supuestos filtros, como muestra la figura.2.1.1.6 Esta característica, es utilizada convenientemente dentro de un margen útil para sistemas posteriores.

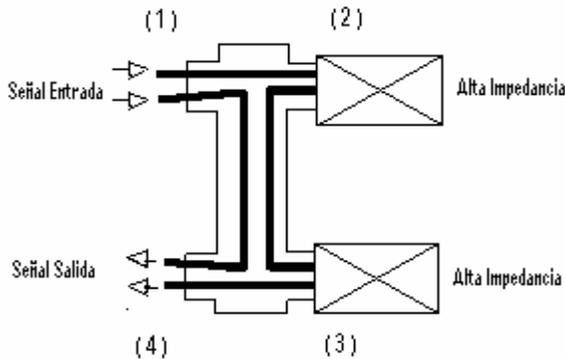


Figura 2.1.1.6 Modo Reflector.

Configuración Anillo Híbrido: consiste en la conexión de dos acopladores de 3db ya analizados, esta configuración es donde el fluido de señal RF aplicada al terminal de entrada (4) es transferida diagonalmente a través de las bocas (4) y (2) entregando la señal en el terminal de salida con muy baja pérdida, las bocas o Terminales (1) y (3) se encuentran en aislamiento. Estos híbridos son sintonizados en una frecuencia específica para lograr este aislamiento óptimo en 40 db. Los múltiples modos operacionales de los

acopladores híbridos de 3db nos dan la posibilidad de considerar configuraciones para combinadores balanceados. Figura 2.1.1.7

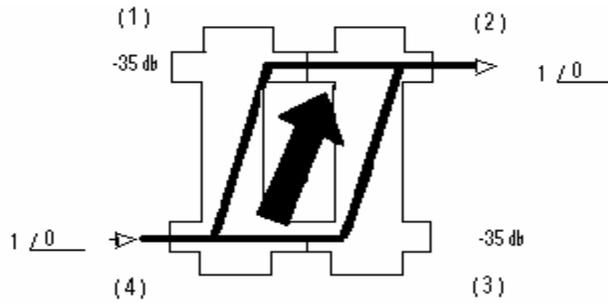


Figura 2.1.17 Configuración Anillo Híbrido.

2.1.2 Línea de $\frac{1}{4} \lambda$

Una línea de transmisión sin pérdida, el cálculo de la impedancia en su entrada se analiza mediante expresión: 2.1.2.1

$$Z_s = R_o \frac{(Z_r + R_o \tanh \beta L)}{(R_o + Z_r \tanh \beta L)} \quad (2.1.2.1)$$

Donde:

R_o = Impedancia característica de la línea

Z_r = Impedancia de carga

$$\beta = 2\pi / \lambda \quad (2.1.2.2)$$

L = Longitud de la línea

Tendremos que para una línea en corto circuito $Z_r = 0$

$$Z_{cc} = R_o \tanh \beta L \quad \text{ó} \quad Z_{cc} = R_o \tanh 2\pi / \lambda L \quad (2.1.2.3)$$

$$Z_s = R_o \frac{(1 + (R_o / Z_r) \tanh \beta L)}{(R_o / Z_r) + \tanh \beta L} \quad (2.1.2.4)$$

Para una línea en circuito abierto $Z_r = \infty$

$$Z_{ca} = R_o / \tanh \beta L = R_o \coth \beta L \quad \text{ó} \quad Z_{ca} = R_o \coth 2\pi L / \lambda \quad (2.1.2.5)$$

Como puede verse la impedancia de entrada en circuito abierto o en corto circuito es una reactancia pura.] El valor de esta, es una función repetitiva de la longitud, con un período de $L = \lambda$ como resultado de la presencia de la función tangente. En el primer cuarto de longitud de onda, la línea en corto circuito actúa como una inductancia, mientras que en circuito abierto actúa como capacitancia. Estas reactancias se invierten en cada cuarto de longitud de onda. [9].

La relación de fase no es nula, la diferencia de fase produce una suma vectorial que se mueve en círculos, si la relación de amplitud es la unidad (igual amplitud implica polarización circular) dividiendo la señal en 2 polarizaciones ortogonales y retrasando una respecto de la otra en un cuarto de longitud de onda.[8]

2.2 Tarea Experimental

Se hace necesario, combinar las señales de salida de los dos transmisores F1 y F2, con la mínima pérdida de potencia y asegurar el funcionamiento independiente, (mutuo desacople) en las mismas.

Para la tarea experimental se conectan

- 2 Acopladores Híbridos de 3dB con las siguientes características.
 - Frecuencia de operación: (174 – 216 Mhz) Banda III
 - Potencia máxima de trabajo: 200 W
 - Aislamiento entre las bocas 1 y 4: - 25.1dB (Anexo)
- Línea de retardo: 1 tramo de línea coaxial RG-213 cortada $\frac{1}{4} \lambda$ de la frecuencia central F1 correspondiente al canal 7.
- Juego de conectores para RG-213
- 1 resistor de absorción de 100W

Como indica la figura 2.2.1 y (Anexo 4)

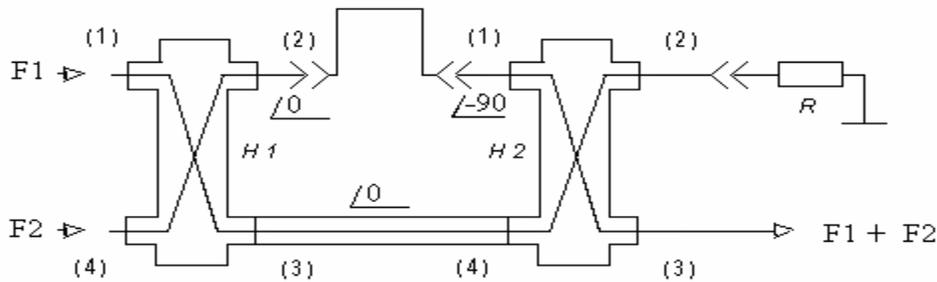


Figura 2.2.1 Combinador experimental.

Utilizando acopladores, en vista de que las frecuencias difieren ($F1 \neq F2$), el desfase de las oscilaciones que se combinan varían periódicamente con el tiempo según la expresión 2.2.1.1

$$\Delta\phi(t) = 2\pi(F1 - F2)t \quad [8] \quad (2.2.1.1)$$

Con esta misma frecuencia la potencia se transmitirá una vez al puerto de salida 3 de H2 otra al resistor de absorción R. La correlación de amplitudes varía constantemente puesto que ambas frecuencias incluyen Amplitud modulada y FM, apareciendo productos de intermodulación por frecuencias. Por esta razón las pérdidas de potencia al combinar mediante acopladores ordinarios constituirán más del 50% lo que no es admisible. [8] también el notable incremento de la onda reflejada en ambos transmisores, debido a la alteración de la impedancia de carga de los amplificadores de salida, sumado las pérdidas por retorno de potencia con dependencia directa de la calidad del acoplador y la exactitud del desfase de la línea de retardo.

2.3 Mejoramiento del factor de aislamiento.

En la medición realizada al aislamiento del canal 7 respecto a la boca de entrada del canal 12 y viceversa no era satisfactorio, ver (Anexo 5) para en vistas de mejorar el aislamiento como factor influyente en la combinación de canales se parte de un breve análisis, si bien un filtro ideal debe producir una atenuación 0 a las frecuencias que dejara pasar e infinito a las que no, Los filtros reales no gozan de estas características y en la práctica se puede

aumentar la atenuación en la banda de bloqueo aumentando el número de elementos del filtro, y disminuir la atenuación en la banda de paso utilizando elementos de alta calidad (Inductores de alta Q).

2.3.1 Filtro Pasa banda

El filtro pasa banda utilizado en el combinador posee 5 cavidades resonantes diseñado para operar en la banda III VHF (174-210 MHz) tomaremos una sola cavidad como objeto de análisis en este acápite, en principio, consiste en un resonador coaxial de $\frac{1}{4} \lambda$. El fragmento en corto circuito (Stub, su término en ingles) permite el ajuste de esta cavidad variando la capacidad de la misma a través de un embolo roscado, en la figura 2.3.1.1 se muestra una sección de la cavidad en análisis. En la Figura 2.3.1.2 se muestra el circuito equivalente de la cavidad como análisis [10]

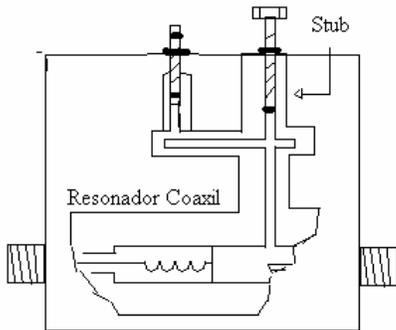


Figura 2.3.1.1 Sección de cavidad

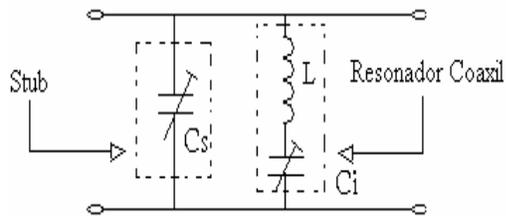


Figura 2.3.1.2 Circuito equivalente

El circuito equivalente de la figura 2.3.1.2, se comporta como un circuito resonante serie para las frecuencias bajas de la banda III (≥ 174 MHz) y como un circuito resonante paralelo para los canales altos de la banda 3 (≤ 210 MHz). El circuito está formado por los capacitores C_s , C_i , y el inductor L , el capacitor C_s es un embolo roscado introducido dentro de una cavidad resonante para permitir los ajustes del filtro, el capacitor C_i es un embolo roscado de menor tamaño en una cavidad de menor sección, tiene como función el ajuste fino para las frecuencias de la banda de paso, L es un inductor físico diseñado con alto factor de calidad Q .

Para el análisis del comportamiento de esta cavidad ante las frecuencias de paso, se consideró analizar el equivalente circuital, realizando aproximaciones del circuito resonante, en dependencia del ajuste de stub.

Aproximación resonante serie

En la figura 2.3.1.3 se muestra el circuito equivalente resonante serie Excitado con una fuente de voltaje. [11]

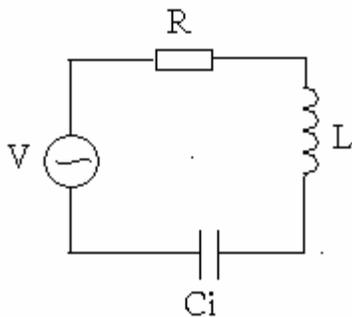


Figura 2.3.1.3 Circuito resonante serie RLC

La impedancia de entrada del circuito es:

$$Z(j\omega) = V/I = R + j(\omega L - 1/\omega C_i) \quad (2.3.1.1)$$

Esta ecuación muestra que la resonancia ocurre si $\omega L - 1/\omega C_i = 0$ esto es una frecuencia resonante.

$$\omega_0 = 2\pi f_0 = 1/\sqrt{LC_i} \text{ rad/s} \quad (2.3.1.2)$$

Si se varía la frecuencia de la fuente mientras el voltaje permanece constante la corriente alcanza un valor máximo $I_{\text{máx.}} = V/R$ en resonancia. Según (2.3.1.2)

El parámetro para denotar la selectividad del circuito, es el factor de calidad Q se define como la razón de la reactancia a la resistencia de una bobina y se obtiene a través de la expresión

$$Q = \omega_0 L / R \quad (2.3.1.3)$$

Por sustitución de (2.3.1.2) y (2.3.1.3) en (2.3.1.1)

Se puede poner la ecuación para la impedancia en la forma:

$$Z(j\omega) = R [1 + jQ (\omega/\omega_0 - \omega_0/\omega)] \quad (2.3.1.4)$$

Y puede demostrarse que el factor de calidad Q depende de la frecuencia central de la banda de paso en función del ancho de banda a través de la siguiente expresión: (2.3.1.5)

$$Q = f_0 / f_2 - f_1 = f_0 / \beta \quad (2.3.1.5)$$

Analizando el comportamiento del circuito para el grupo de frecuencias bajas dentro de la banda, se puede apreciar que, los valores de ajustes en el condensador Ci determina la banda de paso, el factor de calidad y la característica del circuito. En el siguiente gráfico de la reactancia en función de la frecuencia, podemos notar el comportamiento característico del circuito resonante serie en los procesos de ajuste de Ci. Figura 2.3.1.5

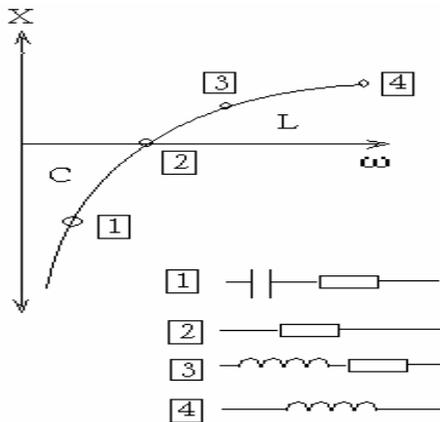


Figura 2.3.1.5 Característica del circuito

Para caracterizar el comportamiento del circuito ante la variabilidad de los valores en el caso 1 para cuando los valores del condensador se tornan prevaecientes el circuito se comporta como capacitivo, 2 anulándose los valores de $X_c - X_l$ entrando el circuito en el punto de resonancia y comportándose como dependiente de la resistencia característica, 3 en torno a los valores de C se comporta el circuito capcitivamente, para el caso 4 se hace inductivo puro.

Aproximación resonante paralelo

En la figura 2.3.1.4 se muestra el circuito equivalente resonante paralelo L, C y $R = 1/G$

Excitados por una fuente de voltaje.

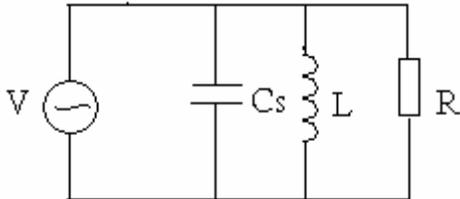


Figura 2.3.1.4 circuito resonante paralelo

La resonancia paralela tiene lugar cuándo el voltaje de entrada y la corriente están en fase.

El factor de calidad de este circuito viene dado por la expresión:

$$Q = \omega_0 C_s / G = R \omega_0 C_s \quad (2.3.1.6)$$

La admitancia de entrada es:

$$Y(j\omega) = G + j(\omega C_s - 1 / \omega L) = G [1 + jQ(\omega / \omega_0 - \omega_0 / \omega)] \quad (2.3.1.7)$$

El ancho de banda:

$$\beta = f_0 / Q = 1 / 2\pi C_s R \text{ Hz} \quad (2.3.1.8)$$

La incorporación de cavidades resonantes en cascada se ajusta en base al aporte de sus cavidades por independientes, haciendo en mayor grado más selectivo el circuito.

2.3.2 Combinador de canales de impedancia constante con filtro pasabanda (CIB-D)

Es el método más eficaz de acoplamiento para dos señales de tales características. Cada diplexor usa 2 filtros y 2 híbridos, con lo cual actúa como un filtro direccional. [8] [11]

Como muestra la (Figura 2.3.2.1), la señal E1 aplicada al terminal 1 del acoplador de 3 db H1, aparece en los terminales 2 y 3, con igual amplitud y con diferencia de fase de 90° (terminal 2 es adelantado en fase 90° del terminal 3) debido al principio de distribución del acoplador de 3 db . Las señales de los terminales 2 y 3 pasan a través de las líneas coaxiales de igual longitud L1, L2 y a través de los filtros pasa banda F1, F2 ambos ajustados a la banda de frecuencias del orden E1 respectivamente, llegan a los terminales 2 y 3 del acoplador de 3 db H2 con 90° de diferencia de fase por lo que aparece la señal E1 en el terminal 4 de salida por el principio de combinación de los acopladores de 3 dB. La señal E2 es aplicada al terminal 1 del acoplador de 3 db H2 aparece en los terminales 2 y 3 con diferencia de fase de 90° (terminal 2 es adelantado 90° del terminal 3) , las señales son transmitidas por las líneas coaxiales de igual longitud L1 y L2 a los filtros F1 y F2 , los cuales reflejan esta señal desde los puertos A y B hasta los terminales 2 y 3 del acoplador de 3 db H2 , por lo que la señal E2 aparece combinada con la Salida de E1 en el terminal 4 por el principio de combinación del acoplador de 3 db . El resistor R absorbe los residuos de energía de la señal E1 que es reflejada por los filtros F1, F2 y la porción de energía de la señal 2 que pasa a través de los filtros F1 y F2.

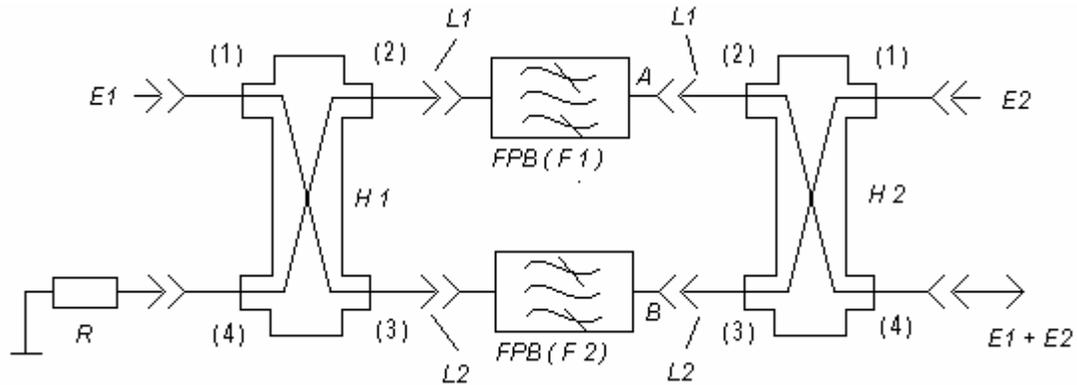


Figura 2.3.2.1 Combinador de canales con filtros pasa bandas.

Para mejorar el factor de aislamiento en el combinador híbrido se incorporó un filtro pasa banda en la entrada E2 del canal 12. (Anexo 6) (Anexo 20)

2.4 Ajustes y mediciones

Ajustes

La instalación de duplexores se lleva a cabo en un recinto cerrado, protegido de la intemperie, es decir, hay que evitar que se moje y que este sometido a altos grados de humedad.

Dado que los duplexores son componentes de tres puertos, para su sintonía se realizan dos medidas, cargando con 50 W el puerto que nos queda libre en cada una de ellas. Para medir la curva de respuesta de cada una de las ramas del duplexor, utilizamos un Analizador de Espectros, con Generador de Tracking incluido.

Procedimiento de Sintonía de los filtros: [12]

En primer lugar, colocar los Marcadores del Analizador de espectros en la frecuencia (174 - 180 MHz) Canal 7, conectar la salida del Analizador a la entrada del filtro pasa banda y la entrada del Analizador en la salida de este. Como indica la Figura 2.4.1 Este ajuste es efectuado en ambos filtros Pasa banda del canal 7, utilizando el mismo esquema y

explicación se efectúa el ajuste para el Filtro pasa banda canal 12, cambiando la frecuencia de trabajo del analizador.

- Aflojar las tuercas que fijan el embolo roscado de cada cavidad, con ayuda de la llave fija 14-15., el ajuste debe realizarse sobre las cavidades 1,2,3,4,5 Ajustando la Banda de paso
- Una vez tengamos ajustada la nueva Banda de paso, reapretamos las tuercas de fijación del embolo, con ayuda de la llave fija 14-15

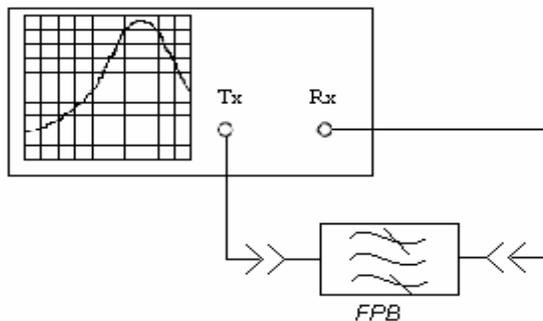


Figura 2.4.1 Medición del Filtro Pasa banda para el canal 7 (174-180 MHz)

Procedimiento de Sintonía. Fina

Conectar la salida del Analizador a la entrada del Puerto de entrada Canal 7 del Duplexor, la entrada del Analizador en la salida de Antena del Duplexor, y en el puerto libre conectar una carga de 50 W, tal como indica la Figura.2.4.2 Actuar sobre los condensadores variables que incorpora cada cavidad, con la ayuda de un destornillador de punta estrías.

Este ajuste es efectuado en ambos filtros Pasa banda del canal 7

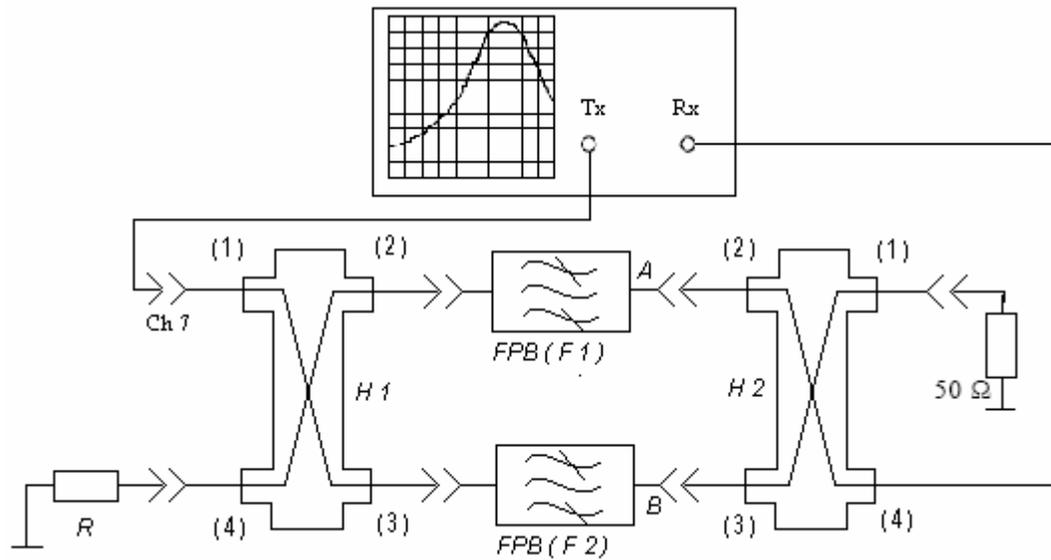


Figura 2.4.2 Set de medición ajuste fino de los filtros pasa bandas para el canal 7 (174 - 180 MHz)

Mediciones En la tabla del (Anexo 10) se muestran los valores de las mediciones realizadas al combinador de canales implementado y a cada componente que lo integra, Para cada set de medición y ajuste se anexan imágenes de referencia.

CAPÍTULO 3. VALORACION DE LOS RESULTADOS

3.1 Aspectos Comparativos

Los aspectos Comparativos están en Función de las características de diseño en ambos acopladores , La tecnología utilizada del acoplador híbrido en el combinador de canales implementado es de cavidad resonante, fabricado a través de dos secciones de $\frac{1}{4} \lambda$ herméticamente cerrado, ideal para el trabajo en recintos con un factor de humedad relativa alto, debido a su diseño Físico totalmente de aluminio con dimensiones de 30x 5 x 6.2 cm., superficie acorde para la disipación de potencia y trabajo estable en función de la temperatura .Por otra parte, el comportamiento del aislamiento en sus bocas, guarda una relación bien estrecha en la calidad del acoplador a la hora de su diseño

La tecnología Strip Line si bien es un gran adelanto para el mundo de las radiofrecuencias por su fácil diseño, amplia flexibilidad y usado en baja potencia, presente en la mayoría de las tecnologías actuales, depende en gran valor de su constante dieléctrica relativa:

$\epsilon_r = 4.5$. [10], Factor fundamental al interactuar con el medio ambiente, esta configuración utiliza los planos magnéticos en función de cintas de cobre, sobre una placa o sustrato de circuito, la interacción directa de la parte activa del circuito con los factores ambientales como temperatura, humedad, vibraciones y las condiciones de trabajo como altitud y

potencia [10] [13] nos da la idea de las normas de cuidado para este dispositivo.

Particularmente el modelo que se trata del acoplador Strip Line [13], se encuentra dentro de una jaula o caja de aluminio 10 x 10 x 8 cm. Con paredes ranuradas en sus caras laterales utilizados para ventilación no forzada en la disipación de potencia en forma de calor, (Anexo 7)

3.2 Economía y Resultados

Como resultado significativo a señalar, que se pudo unificar el sistema radiante con un mínimo de recursos en plaza, permitió la salida al aire de los nuevos transmisores de VHF a máxima potencialidad en solo 4 días de montajes, dándole el servicio esperado a la población del municipio. Con el proyecto previsto en la inversión se mejoró totalmente los problemas tecnológicos del equipamiento anterior. [2]

De forma parcial representó un ahorro aproximado en: [2]

- Líneas de transmisión: \$ 1,592 .00 65m x 24.5 CUC.

De 2 líneas independientes se usó 1 (tramo de 65 m)

- Divisor de 1x 4 : \$ 630.75

Se usaron 3 divisores de 1x2

- Combinador de canales VHF \$ 5,248.01

Se implementó el combinador con componentes de inventario

Para un total \$ 7,470.76 CUC, sin incluir los gastos operativos y de servicios que generó la puesta en marcha del nuevo sistema.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Al llegar al término de este trabajo podemos afirmar que:

- 1 En solo cuatro días se logró reducir el tiempo de interrupción Televisiva, que pudo verse afectado por más período en espera del nuevo sistema Irradiante.
- 2 Se pudo unificar el sistema de radiación a través del combinador implementado

Recomendaciones

La experiencia Técnica que propone este trabajo, forme parte del amplio caudal de soluciones eventuales dentro del campo de la radio y la Televisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Departamento Provincial de Estadísticas Sancti Spiritus (Visita realizada 28-5-08). Información Flujo Demográfico Fomento.
- [2] Departamento de Inversiones División Radio Cuba (Visita 21-4-08) Plan Inversionista CTTV Fomento.
- [3] TV Transmitters Technical Manual 1012N, 2003, Beijing Gigamega. Electronics Co. Ltd.
- [4] ANDREW CORPORATION (1991). Catalog 35 Systems Planning Product, Helix Coaxial Cable, 332-423.
- [5] Instruction Manual for output coaxial Equipment, 1975, Nippon Electric Company Limited. Tokyo Japan.
- [6] NAB Broadcasting, 1999, 9th Edition, apart. Hybrid Coupler -3dB,.
- [7] Pablo Luís López Espí, visitado el sitio web 23-4-08, Estudio de circuitos divisores y acopladores. de potencia en línea Micro strip, www.archivo77.iespana.es

-
- [8] V.V. Shajgildian, 1983, Transmisores de Radio, Editorial Mir Moscú 1980.
- [9] Sarmiento Antonio, 1987, Radio propagación y Antena, Editorial Pueblo y Educación.
- [10] IEEE microwave magazines, Abril 2007, . Aspectos Prácticos para el desarrollo de Filtros de Microondas.
- [11] NAB Broadcasting Handbook, 1998, Broadband wireless RF, Filters and Diplexer.
- [12] Manual técnico de usuario, 1998, Antenas y sistemas profesionales 28110 Algete, Madrid.
- [13] Consumer Manual Two-Way power combiner, 2003, Beijing GigaMega Electronics Co. Ltd.

ANEXOS

Anexo 1 Transmisores de VHF



Anexo 2 Rack de Bajas Frecuencias



Anexo 3 Conexión de Tierra

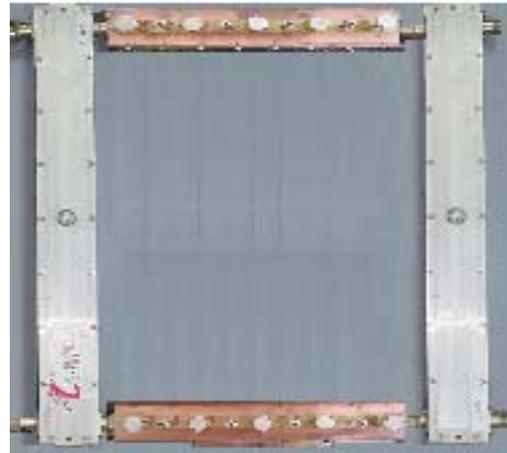
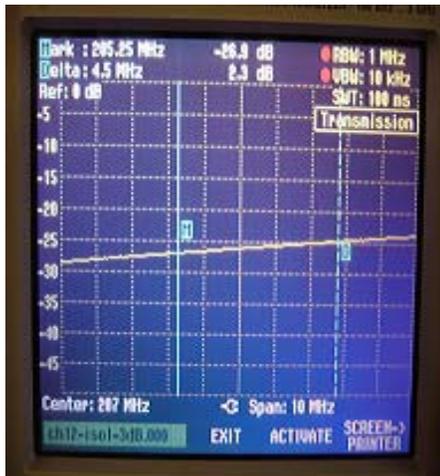


Anexo 4 Combinador experimental



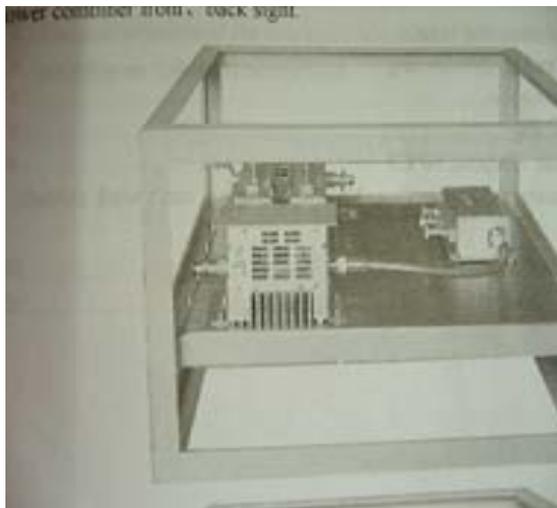
Anexo 5 Aislamiento Acoplador Híbrido

Anexo 6 Combinador de canal implementado



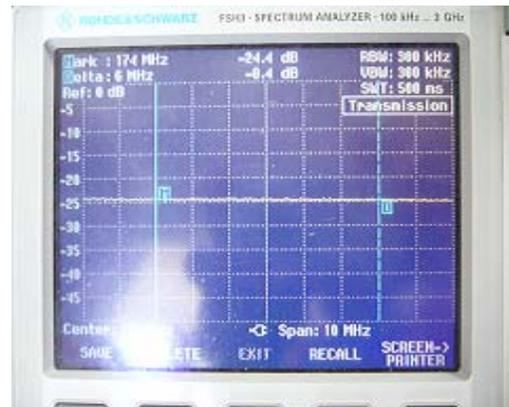
Anexo 7 Acoplador, direccional -3dB Stripline

Anexo 8 Antenas receptoras

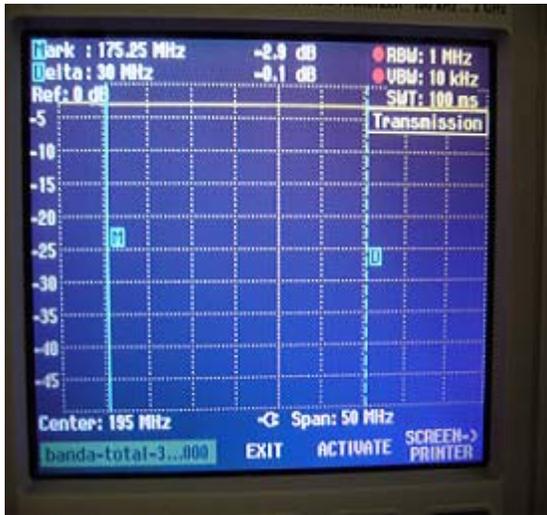


Anexo 9 Antena receptora Satelital

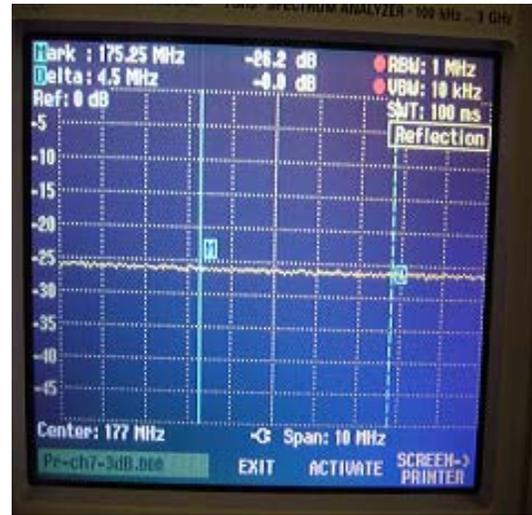
Anexo 11 Aislamiento, acoplador -3dB



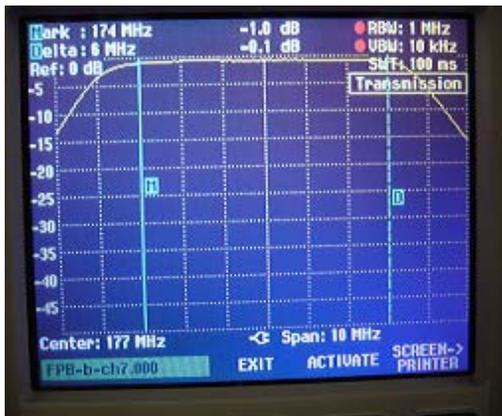
Anexo 12 Pérdida por inserción acoplador



Anexo 13 Pérdidas por retorno acoplador



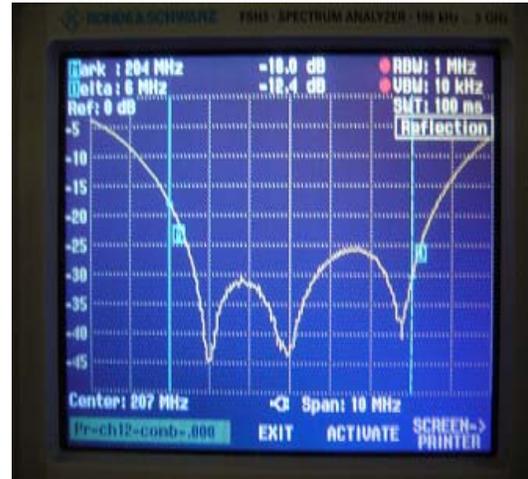
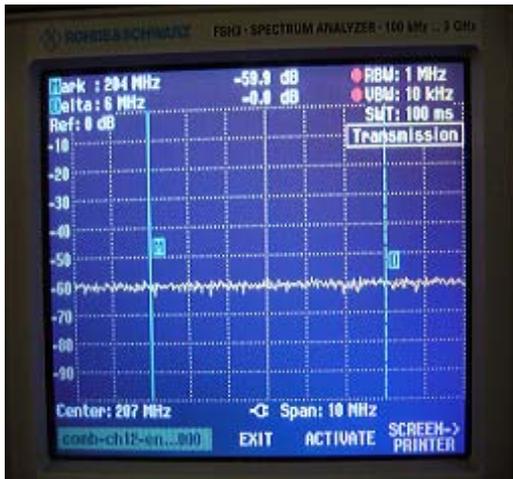
Anexo 14 Filtro Pasa banda del Canal 7



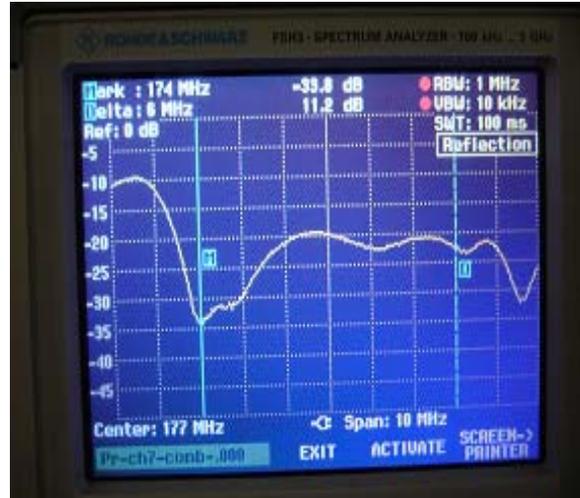
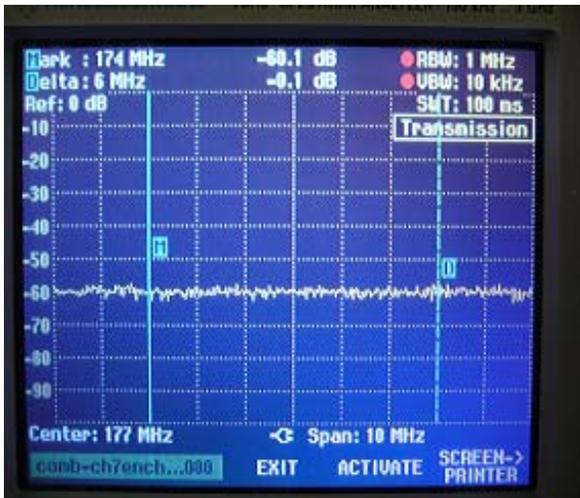
Anexo 15 Filtro pasa banda del Canal 12



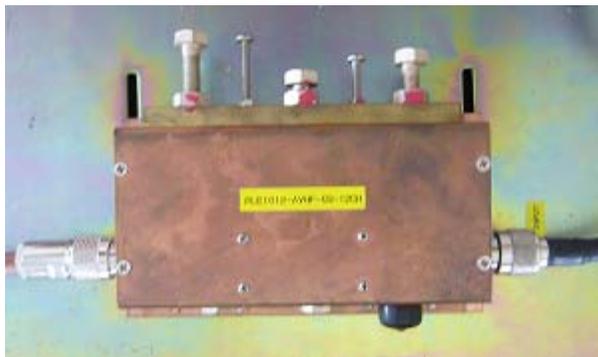
Anexo 16 Aislamiento canal 12 en 7 Anexo 17 Pérdida por retorno Audio Video



Anexo 18 Aislamiento canal 7 en 12 Anexo 19 Pérdida por retorno Audio Video canal 7



Anexo 20 Filtro Pasa banda canal 12



Anexo 21 Set de medición acoplador Híbrido

